



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ
Katedra biomedicínské techniky

Ekonomicko-klinické hodnocení kryoterapie u pacientů
s entezopatií

Economic-clinical evaluation of cryotherapy in patients
with enthesopathy

Diplomová práce

Studijní program: Biomedicínská a klinická technika
Studijní obor: Systémová integrace procesů ve zdravotnictví
Autor diplomové práce: Bc. Kristýna Drážková
Vedoucí diplomové práce: Ing. Ondřej Gajdoš

Kladno 2021



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Drážková** Jméno: **Kristýna** Osobní číslo: **419075**
Fakulta: **Fakulta biomedicínského inženýrství**
Garantující katedra: **Katedra biomedicínské techniky**
Studijní program: **Biomedicínská a klinická technika**
Studijní obor: **Systémová integrace procesů ve zdravotnictví**

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

Ekonomicko-klinické hodnocení kryoterapie u pacientů s entezopatií

Název diplomové práce anglicky:

Economic-clinical evaluation of cryotherapy in patients with enthesopathy

Pokyny pro vypracování:

Cílem diplomové práce je ekonomicko-klinické hodnocení kryoterapie u pacientů s entezopatií. Provedte analýzu současného stavu klinicko-ekonomického hodnocení kryoterapie u pacientů s entezopatií v ČR a ve světě. Analyzujte přístroje využívající tuto fyzikální léčebnou metodu. Uveďte jejich výhody a nevýhody. Na základě současného stavu problematiky stanovte vhodné metody pro ekonomicko-klinické hodnocení. Vyberte vhodná klinická kritéria pro srovnání, analyzujte náklady a pomocí analýzy nákladové efektivity porovnejte a zhodnoťte kryoterapii u pacientů s entezopatií.

Seznam doporučené literatury:

- [1] BRENT, Robert J., Cost-Benefit Analysis and Health Care Evaluations, ed. 1, Edward Elgar Publishing, 2004, ISBN 1-84064-844-9
- [2] Goodman CS, HTA 101: Introduction to Health Technology Assessment, 2014, https://www.nlm.nih.gov/nichsr/hta101/HTA_101_FINAL_7-23-14.pdf

Jméno a příjmení vedoucí(ho) diplomové práce:

Ing. Ondřej Gajdoš

Jméno a příjmení konzultanta(ky) diplomové práce:

Ing. Aleš Příhoda

Datum zadání diplomové práce: **15.02.2021**

Platnost zadání diplomové práce: **18.09.2022**

Doc. Ing.
Martin
Rožánek, Ph.D.

doc. Ing. Martin Rožánek, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) katedry

prof. MUDr.
Jozef Rosina,
Ph.D., MBA

prof. MUDr. Jozef Rosina, Ph.D., MBA
podpis děkana(ky)

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem Ekonomicko-klinické hodnocení kryoterapie u pacientů s entezopatií vypracovala samostatně a použila k tomu úplný výčet citací použitých pramenů, které uvádím v seznamu přiloženém k diplomové práci.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu §60 Zákona č.121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Kladně 13. 5. 2021

.....

Bc. Kristýna Drážková

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucímu diplomové práce, panu inženýru Ondřeji Gajdošovi za lidský přístup, cenné rady a připomínky, které mi byly nápomocné při vypracování této práce a zároveň za trpělivost a ochotu, kterou mi věnovala při konzultacích poskytnutých ke zpracování této práce.

ABSTRAKT

Ekonomicko-klinické hodnocení kryoterapie u pacientů s entezopatií

Cílem diplomové práce je provést ekonomicko-klinické hodnocení kryoterapie u pacientů s entezopatií.

Diplomová práce se skládá z analýzy současného stavu, ve kterém jsou popsány aktuální trendy v léčbě entezopatií, získané z vybraných klinických studií. Následující část diplomové práce je věnována hlavním a dílčím cílům diplomové práce a metodám, které jsou aplikovány v praktické části diplomové práce. V praktické části diplomové jsou statisticky vyhodnocena klinická data, která prokazují klinický efekt léčby u pacientů s entezopatií. Následně je provedena analýza nákladové efektivity, která je ověřena jednocestnou analýzou sensitivity. Na základě analýzy nákladové efektivity z perspektivy zdravotnického zařízení můžeme považovat hodnocenou intervenci Cryogen 3 za nákladově efektivní oproti komparátoru Cry-T Elephant. Na základě výsledků nákladové efektivity z perspektivy pacienta nemůžeme u hodnocené intervence Cryogen 3 jednoznačně rozhodnout o nákladové efektivitě. Rozhodnutí je závislé na prahové hodnotě λ , která vyjadřuje hranici ochoty platit. Závěr praktické části diplomové práce byl věnován multikriteriální rozhodovací analýze technických parametrů u přístroje Cryogen 3 a Cryo-T Elephant. Na základě vypočteného relativního ukazatele metodou TOPSIS můžeme tvrdit, že varianta Cryogen 3 je ideální variantou a varianta Cryo-T Elephant je bazální variantou.

Klíčová slova

entezopatie, kryoterapie, lokální kryoterapie, analýza nákladové efektivity

ABSTRACT

Economic-clinical evaluation of cryotherapy in patients with enthesopathy

The thesis aims to make an economically clinical evaluation of cryotherapy to patients diagnosed with enthesopathy.

The diploma thesis consists to the analysis of the current state, which describes current trends in the treatment of enthesopathies obtained from selected clinical studies. The following part of the thesis is devoted to the thesis's main and fractional objectives and to the methods which are applied in the practical portion of the thesis. In the practical part of the thesis, there are statistically evaluated clinical data that prove the clinical effect of the treatment on patients with enthesopathy. Consequently, the analysis of cost-effectiveness is performed and verified by one-way sensitivity analysis. Based on the cost-effectiveness analysis from the perspective of medical devices we can consider the evaluated intervention of Cryogen 3 as cost-effective in comparison to the comparator Cry-T Elephant. Based on the results of the cost-effectiveness from the point of view of a patient, we cannot conclusively decide at the evaluated intervention Cryogen-3 about the cost-effectiveness. The decision is dependent upon the threshold value λ . This value expresses the limit of willingness to pay. The conclusion of the practical part of the thesis was devoted to the multi-criteria, decision-making analysis of technical parameters of the Cryogen 3 and Cryo-T Elephant device. Based on the calculated relative indicator, using the method TOPSIS, we can claim that Cryogen 3 is the ideal option and Cryo-T Elephant is the basal option.

Keywords

entesopathy, cryotherapy, local cryotherapy, cost-effectiveness analysis

Obsah

| | |
|--|-----------|
| Seznam symbolů a zkratk | 9 |
| Seznam obrázků | 10 |
| Seznam tabulek | 11 |
| 1 Úvod | 13 |
| 2 Přehled současného stavu | 14 |
| 2.1 Entezopatie..... | 14 |
| 2.1.1 Etiopatogeneze..... | 14 |
| 2.1.2 Klinický obraz..... | 14 |
| 2.1.3 Stádia onemocnění..... | 15 |
| 2.1.4 Typy entezopatie..... | 16 |
| 2.1.5 Zobrazovací metody..... | 16 |
| 2.1.6 Terapie..... | 16 |
| 2.1.7 Prevence..... | 18 |
| 2.2 Kryoterapie..... | 19 |
| 2.2.1 Lokální kryoterapie..... | 19 |
| 2.2.2 Celková kryoterapie..... | 22 |
| 2.3 Přehled vybraných klinických studií..... | 26 |
| 2.3.1 Vybrané zahraniční klinické studie..... | 27 |
| 2.3.2 Vybrané klinické studie v České republice..... | 31 |
| 2.3.3 Shrnutí klinických studií..... | 32 |
| 2.4 Shrnutí současného stavu..... | 33 |
| 3 Cíle práce | 34 |
| 4 Metody | 35 |
| 4.1 Sběr dat..... | 35 |
| 4.2 Ekonomicko-klinické hodnocení..... | 35 |
| 4.2.1 Parametry nákladových studií..... | 35 |
| 4.2.2 Typy nákladových analýz..... | 37 |
| 4.2.3 Analýza nákladové efektivity..... | 37 |
| 4.2.4 Analýza senzitivity..... | 39 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 4.3 | Multikriteriální rozhodovací analýza (Multiple criteria Decisional Analysis) | 39 |
| 4.3.1 | Saatyho metoda | 39 |
| 4.3.2 | TOPSIS..... | 41 |
| 4.4 | Statistické zpracování klinických dat | 42 |
| 5 | Výsledky..... | 43 |
| 5.1 | Expertní skupina..... | 43 |
| 5.2 | Analýza klinických dat..... | 43 |
| 5.2.1 | Pracoviště A..... | 44 |
| 5.2.2 | Pracoviště B..... | 45 |
| 5.2.3 | Vyhodnocení klinických dat..... | 46 |
| 5.3 | Analýza nákladové efektivity z perspektivy zdravotnického zařízení | 50 |
| 5.3.1 | Perspektiva | 50 |
| 5.3.2 | Časový horizont..... | 51 |
| 5.3.3 | Hodnocená intervence a komparátor | 51 |
| 5.3.4 | Přímé náklady | 51 |
| 5.3.5 | Nepřímé náklady | 53 |
| 5.3.6 | Přínosy léčby | 53 |
| 5.3.7 | Výsledky nákladové efektivity | 54 |
| 5.4 | Analýza nákladové efektivity z perspektivy pacienta | 56 |
| 5.5 | Analýza senzitivity | 57 |
| 5.5.1 | Jednocestná analýza senzitivity CEA - perspektiva zdravotnické zařízení | 57 |
| 5.5.2 | Jednocestná analýza senzitivity CEA - perspektiva pacient..... | 59 |
| 5.6 | Multikriteriální rozhodovací analýza | 60 |
| 5.6.1 | Stanovení vah – Saatyho metoda..... | 60 |
| 5.6.2 | Multikriteriální rozhodování – TOPSIS | 61 |
| 6 | Diskuze..... | 64 |
| 7 | Závěr | 70 |
| | Seznam použité literatury | 70 |
| | Příloha A: Saatyho matice | 76 |

Seznam symbolů a zkratek

Seznam symbolů

| Symbol | Význam |
|--------|----------|
| % | Procenta |

Seznam zkratek

| Zkratka | Význam |
|-----------|---|
| Kč | Koruna česká |
| COI | Cost-of-illness |
| COT | Cost-of-treatment |
| CMA | Cost-minimization analysis |
| CBA | Cost-benefit analysis |
| CEA | Cost-effectiveness analysis |
| CUA | Cost-utility analysis |
| CCA | Cost-consequence analysis |
| BIA | Budget-impact analysis |
| HTA | Health technology assessment |
| WSA | Weighted Sum Approach (WSA) |
| IPA | Ideal Points Analysis (IPA) |
| TOPSIS | Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution |
| CDA | Concordance Discordance Analysis (CDA) |
| AHP | Analytic Hierarchy Process (AHP) |
| PROMETHEE | The Preference Ranking Organization Method for Enrichment of Evaluation |
| ICER | Incremental cost effectiveness ratio |
| BTK | Bezpečnostně technická kontrola |

Seznam obrázků

| | |
|--|----|
| <i>Obrázek 2.1: Ergonomie pracovního prostředí [9]</i> | 18 |
| <i>Obrázek 2.2: Aplikace lokální kryoterapie pomocí přístroje Kriosan K30 [13]</i> | 20 |
| <i>Obrázek 2.3: Přístroj Cryogen 3 [14]</i> | 21 |
| <i>Obrázek 2.4: Celková kryoterapie v kryokomoře [16]</i> | 22 |
| <i>Obrázek 2.5: Kryosauna Cryomed Pro – 4051 [18]</i> | 25 |
| <i>Obrázek 2.6: Kryokomora [15]</i> | 25 |
| <i>Obrázek 4.1: Grafické znázornění možných výsledků [35]</i> | 38 |
| <i>Obrázek 5.1: Vizuálně analogová škála [46]</i> | 44 |
| <i>Obrázek 5.2 Zastoupení diagnóz v souboru – Cryo-T Elephant [vlastní zpracování] ...</i> | 45 |
| <i>Obrázek 5.3: Zastoupení diagnóz v souboru – Cryogen 3 [vlastní zpracování]</i> | 46 |
| <i>Obrázek 5.4: Testování normálního rozložení [vlastní zpracování]</i> | 46 |
| <i>Obrázek 5.5: Krabicový graf bolestivosti (první x desátá návštěva) – Cryo-T Elephant [vlastní zpracování]</i> | 47 |
| <i>Obrázek 5.6: Krabicový graf bolestivosti (první x desátá návštěva) – Cryo-T Elephant [vlastní zpracování]</i> | 48 |
| <i>Obrázek 5.7: Krabicový graf efektivita přístrojů [vlastní zpracování]</i> | 49 |
| <i>Obrázek 5.8: Průměrná bolestivost mezi jednotlivými procedurami [vlastní zpracování]</i> | 50 |

Seznam tabulek

| | |
|--|----|
| <i>Tabulka 2.1: Přehled vybraných studií [vlastní zpracování].</i> | 26 |
| <i>Tabulka 4.1: Shrnutí interpretace výsledků [35]</i> | 38 |
| <i>Tabulka 4.2: Stupnice hodnocení kritérií [42]</i> | 40 |
| <i>Tabulka 4.3: Obecný tvar Saatyho matice [42]</i> | 40 |
| <i>Tabulka 5.1: Věkové rozdělení pacientů v souboru – Cryo-T Elephant [vlastní zpracování]</i> | 44 |
| <i>Tabulka 5.2: Věkové rozdělení pacientů v souboru – Cryogen 3 [vlastní zpracování]</i> | 45 |
| <i>Tabulka 5.3: Párový t-test – Cryo-T Elephant [vlastní zpracování]</i> | 47 |
| <i>Tabulka 5.4: Párový t-test – Cryogen 3 [vlastní zpracování]</i> | 48 |
| <i>Tabulka 5.5: Welchův t-test [vlastní zpracování]</i> | 49 |
| <i>Tabulka 5.6: Pořizovací náklady na přístroje pro lokální kryoterapii [vlastní zpracování]</i> | 51 |
| <i>Tabulka 5.7: Náklady na pronájem přístroje pro lokální kryoterapii [vlastní zpracování]</i> | 52 |
| <i>Tabulka 5.8: Náklady na láhve s médiem [vlastní zpracování]</i> | 52 |
| <i>Tabulka 5.9: Mzdové náklady na 1 fyzioterapeuta v roce 2020 [vlastní zpracování]</i> | 53 |
| <i>Tabulka 5.10: Ostatní provozní náklady (včetně DPH) [vlastní zpracování]</i> | 53 |
| <i>Tabulka 5.11: Celkové náklady – varianta a [vlastní zpracování]</i> | 54 |
| <i>Tabulka 5.12: Výpočet nákladové efektivity – varianta a [vlastní zpracování]</i> | 55 |
| <i>Tabulka 5.13 Celkové náklady – varianta b [vlastní zpracování]</i> | 55 |
| <i>Tabulka 5.14: Výpočet nákladové efektivity – varianta b [vlastní zpracování]</i> | 56 |
| <i>Tabulka 5.15: Náklady pacienta na 1 aplikaci kryoterapie [vlastní zpracování]</i> | 56 |
| <i>Tabulka 5.16: Výpočet nákladové efektivity [vlastní zpracování]</i> | 57 |
| <i>Tabulka 5.17: Jednocestná analýza senzitivity – CEA [vlastní zpracování]</i> | 58 |
| <i>Tabulka 5.18: Jednocestná analýza senzitivity – CEA [vlastní zpracování]</i> | 59 |
| <i>Tabulka 5.19: Váhy kritérií [vlastní zpracování]</i> | 61 |
| <i>Tabulka 5.20: Výchozí matice TOPSIS [vlastní zpracování]</i> | 61 |
| <i>Tabulka 5.21: Maximalizační matice [vlastní zpracování]</i> | 61 |
| <i>Tabulka 5.22: Normalizovaná kritériální matice [vlastní zpracování]</i> | 62 |

| | |
|---|-----------|
| <i>Tabulka 5.23: Vážená kriteriální matice, bazální (D) a ideální varianta (H) [vlastní zpracování]</i> | <i>62</i> |
| <i>Tabulka 5.24: Vzdálenost od bazální hodnoty (D-) [vlastní zpracování]</i> | <i>62</i> |
| <i>Tabulka 5.25: Vzdálenost od ideální hodnoty (D+) [vlastní zpracování]</i> | <i>62</i> |
| <i>Tabulka 5.26: Relativní ukazatel jednotlivých variant [vlastní zpracování]</i> | <i>63</i> |

1 Úvod

Entezopatie je velmi rozšířené onemocnění postihující jak sportovce, tak i manuálně pracující lidi nejčastěji mezi 40. až 45. rokem života. Entezopatie je popisována jako onemocnění, při kterém jsou postiženy oblasti úponu šlachy [1-3]. V současné době existuje široké spektrum možností léčby pomocí fyzikální terapie, jelikož je dnešní doba plná moderních technologií a metod v oblasti medicíny a zdravotnictví. Kryoterapie, neboli negativní termoterapie, je moderní rehabilitačně-léčebný postup, který má širokou indikační škálu. Jedná se o relativně dostupný a využitelný druh fyzikální terapie, který se využívá při léčbě onemocnění svalů nebo šlach a je velmi dobře tolerován pacienty. V současné době existují dvě možnosti léčby pomocí kryoterapie. Kryoterapii dělíme na celotělovou a lokální kryoterapii. V dnešní uspěchané době se kryoterapie stává velmi moderní léčebnou metodou, jelikož se jedná o rychlou a účinnou formu regenerace organismu, která bývá často využívána sportovci.

Dnešní doba je charakteristická rychlým vývojem nových technologií za účelem léčit s co nejlepšími klinickými výsledky. Vzhledem k tomu, že peněžní zdroje zdravotních pojišťoven, zdravotnických zařízení a pacientů jsou vyčerpateľné, je potřeba se zaměřit nejen na klinickou účinnost léčby, ale také na nákladovou efektivitu léčby. Zdravotnická zařízení a zdravotní pojišťovny se snaží léčit s nejnižšími náklady na léčbu a zároveň s nejlepšími klinickými výsledky léčby.

Cílem diplomové práce je provést ekonomicko-klinické hodnocení kryoterapie u pacientů s entezopatií. Začátek diplomové práce se zabývá analýzou současného stavu v dané problematice. Následující část diplomové práce je věnována hlavním a dílčím cílům diplomové práce. V další části diplomové práce jsou podrobně popsány metody, které jsou aplikovány v praktické části diplomové práce. V praktické části diplomové práce jsou klinická data z rehabilitačních pracovišť statisticky vyhodnocena pomocí vhodných statistických testů. Následně je provedena analýza nákladové efektivity z perspektivy zdravotnického zařízení a perspektivy pacienta. Výsledky nákladové efektivity jsou ověřeny jednocestnou analýzou senzitivity. Závěr praktické části diplomové práce je věnován multikriteriální rozhodovací analýze technických parametrů u přístroje sloužící k aplikaci lokální kryoterapie.

2 Přehled současného stavu

Cílem této kapitoly je shrnout znalosti a současný stav problematiky týkající se léčby pacientů s entezopatií pomocí fyzikální terapie – kryoterapie. V jednotlivých podkapitolách je popsána entezopatie, kryoterapie a shrnutí publikovaných studií. Začátek této kapitoly je věnován entezopatii, kde je popsána etiopatogeneze, klinický obraz, stádia onemocnění, nejčastější typy onemocnění, druhy terapie a prevence. Další část kapitoly je věnována kryoterapii, která se dělí na lokální a celotělovou. Jsou zde popsány výhody a nevýhody lokální kryoterapie oproti celotělové. Závěr této kapitoly je věnován analýze nejdůležitějších poznatků na základě analýzy publikovaných studií.

2.1 Entezopatie

Entezopatie (ethezis = úpon) je popisována jako onemocnění, při kterém jsou postiženy oblasti úponu šlachy, které zahrnuje úpon šlachy, část přilehlé kosti, interponovanou hyalinní chrupavku a peritenom, který přechází do periostu. Jedná se o onemocnění degenerativního charakteru, které je velmi rozšířené a postihuje sportovce, ale i manuálně pracující lidi [1-3].

2.1.1 Etiopatogeneze

Příčiny entezopatie jsou multifaktoriálního charakteru. Příčiny vzniku dělíme na exogenního a endogenního vlivu. K exogenní příčinám patří zejména opakované a mechanické přetěžování šlach, které jsou příčinou otoku a následné ischémie tkáně. Další exogenní příčinou je např. trauma, mikrotrauma, toxické poškození nebo prochlazení. K endogenní příčinám patří kostní dysplazie, vaskularizace, metabolické poruchy, endokrinní poruchy, atrofické změny. Onemocnění se nejčastěji vyskytuje mezi 40. a 45. rokem života. Zejména u sportovců a manuálně pracujících osob, častěji na dominantní straně [3, 4].

2.1.2 Klinický obraz

Prvním subjektivním příznakem, který nejčastěji dominuje, je bolest v úponu šlachy. Bolest je většinou velmi dobře lokalizovaná a pacient může poměrně snadno nahmatat bolestivé místo. Dalším příznakem bývá otok a zduření šlachy nebo jejího úponu, omezená hybnost postižené svalové skupiny a palpační bolestivost s irradiací do okolní tkáně. Počáteční bolesti se objevují pouze při pohybu nebo zátěži určité svalové skupiny, která se stupňuje při větší zátěži. Později bolest se projevuje i v klidovém režimu [3, 5].

2.1.3 Stádia onemocnění

Entezopatie dělíme na akutní a chronickou formu onemocnění. Pro správnou volbu terapeutického postupu je důležité rozlišit, zda se jedná o akutní nebo chronickou formu onemocnění [3, 5].

Akutní forma

Akutní formu provází zánětlivé změny peritendinózní tkáně. Akutní onemocnění šlach je nejčastěji vyvoláno mechanicky. Vzniká nejčastěji při jednorázovém a jednostranném přetížení určité svalové skupiny. Akutní forma se objevuje náhle a vzniká nejčastěji po fyzicky náročné aktivitě nebo stereotypních pohybech, při kterých dochází k opakující se pronaci a supinaci. Zátěž, která toto onemocnění vyvolá, je velice individuální a záleží na tělesné konstituci a trénovanosti jedince. U akutní formy entezopatie se objevuje náhlá a intenzivní bolest okamžitě po vyvolávajícím faktoru nebo pozvolna s mírným odstupem času (několika dnů). Nejčastěji z klinického obrazu se projevuje zánět společně s bolestivostí, otokem a zarudnutím. Bolest se zvětšuje při tlaku úpon šlachy. Akutní forma entezopatie nejčastěji vymizí do 6 týdnu od prvních subjektivních příznaků [3, 4, 5, 6].

Terapie zahrnuje:

- klidový režim,
- přiložení fixace (ortézy nebo dlahy),
- antiflogistika (lokální nebo celková),
- lokální aplikace kortikosteroidů peritendinózně [5, 6].

Chronická forma

Pokud přetížení dané oblasti přetrvává, pacient ignoruje příznaky, neomezí pohybovou aktivitu a příznaky dále přetrvávají i po době 6 týdnu, tak onemocnění přechází do chronické formy. Chronickou formu entezopatie neprovází proces akutních zánětlivých změn, ale tvorba neuspořádaných a nezralých kolagenních vláken v lokalitě chronické zátěže. U chronické formy je obvykle nevratná změna kolagenních struktur šlachových úponů a kostní tkáně. Při chronické formě entezopatie se nevyskytují obvykle bolesti při klidové režimu. Vznikají až následně při zatížení postižené tkáně [3, 4, 5, 6].

Terapie zahrnuje:

- rehabilitace,
- operační výkon [5, 6].

2.1.4 Typy entezopatie

Entezopatie může postihnout všechny šlachy v lidském těle, ale nejčastěji se setkáváme s entezopatií v oblasti kyčle, kolena, lokte, kotníku nebo zápěstí. Z toho důvodu budou zde zmíněny pouze tyto nejčastější typy entezopatie. Nemoci svalové a kosterní soustavy a pojivové tkáně jsou označovány kódy M00-M99 dle MKN (Mezinárodní statistická klasifikace nemocí a přidružených problémů). Jiná onemocnění měkké tkáně patří do skupině M70-M79 [3, 4, 7].

Horní končetina

- tendinóza rotátorové manžety,
- radiální epikondylalgie (tenisový loket),
- ulnární epikondylalgie (golfový, oštěpařský loket),
- Morbus de Quervain,
- stenózující tenosynovialitida flexorů prstu [3, 4].

Dolní končetina

- entezopatie adduktorů kyčelního kloubů,
- entezopatie ischiokrurálních svalů,
- entezopatie m. rectus femoris – začátku na spina iliaca anterior superior nebo při úponu na bázi pately,
- tendinóza ligamentum patellae (skokanské koleno),
- paratenonitida, peritendinitida nebo tendinóza m. tibialis posterior,
- entezopatie krátkých svalů planty [3, 4].

2.1.5 Zobrazovací metody

Ze zobrazovacích metod můžeme k diagnostice využít ultrasonografii a magnetickou rezonanci. Ultrazvukové vyšetření bývá dostupnější než magnetická rezonance, ale není v diagnostice měkkých tkání tolik přesné, jako vyšetření magnetickou rezonancí. Cílem vyšetření je odlišit degenerativní a zánětlivou složku onemocnění, případně odhalit parciální rupturu šlachy v terénu degenerace. Výsledek se zohlední při volbě správné terapie. Dále můžeme využít rentgenové vyšetření na vyloučení strukturálních změn [3].

2.1.6 Terapie

Při volbě správného terapeutického postupu je potřeba odlišit akutní formu onemocnění od chronické formy. Přístup k jednotlivým formám onemocnění z hlediska terapeutického postupu se významně liší. Konzervativní léčba je většinou první volbou při léčbě entezopatie a pokud selžou veškeré možnosti konzervativní terapie, přistupuje se k operační terapii. Hlavní cíle terapie jsou odstranění bolesti a vyvolávající příčiny, podpora hojení a zabránění přechodu do chronické formy onemocnění [3].

Akutní forma vyžaduje zejména klidovým režim spolu s krátkodobou imobilizací, například pomocí sádrové dlahy nebo ortézy. V případě otoku bývá často aplikována lokální kryoterapie. Dále je pro léčbu využívána farmakoterapie například v podobě lokálních anestetik nebo kortikosteroidu [3, 4, 6].

Chronická forma vyžaduje pro stanovení správné terapie důkladnou anamnézu. Vždy se ptáme pacienta na pracovní a sportovní zátěže (změna sportovní zátěže, vybavení, tréninkové postupy, nový sport apod.). U chronické formy nemá význam imobilizace, jelikož je potřeba onemocnění léčit aktivně. V případě, že selžou všechny konzervativní postupy, tak se následně přistupuje k operační léčbě [3, 4, 6].

Fyzikální terapie:

- laser,
- magnetoterapie,
- elektroléčba,
- ultrasonografie,
- kryoterapie,
- terapie rázovou vlnou,
- diadynamické proudy [3, 4, 6].

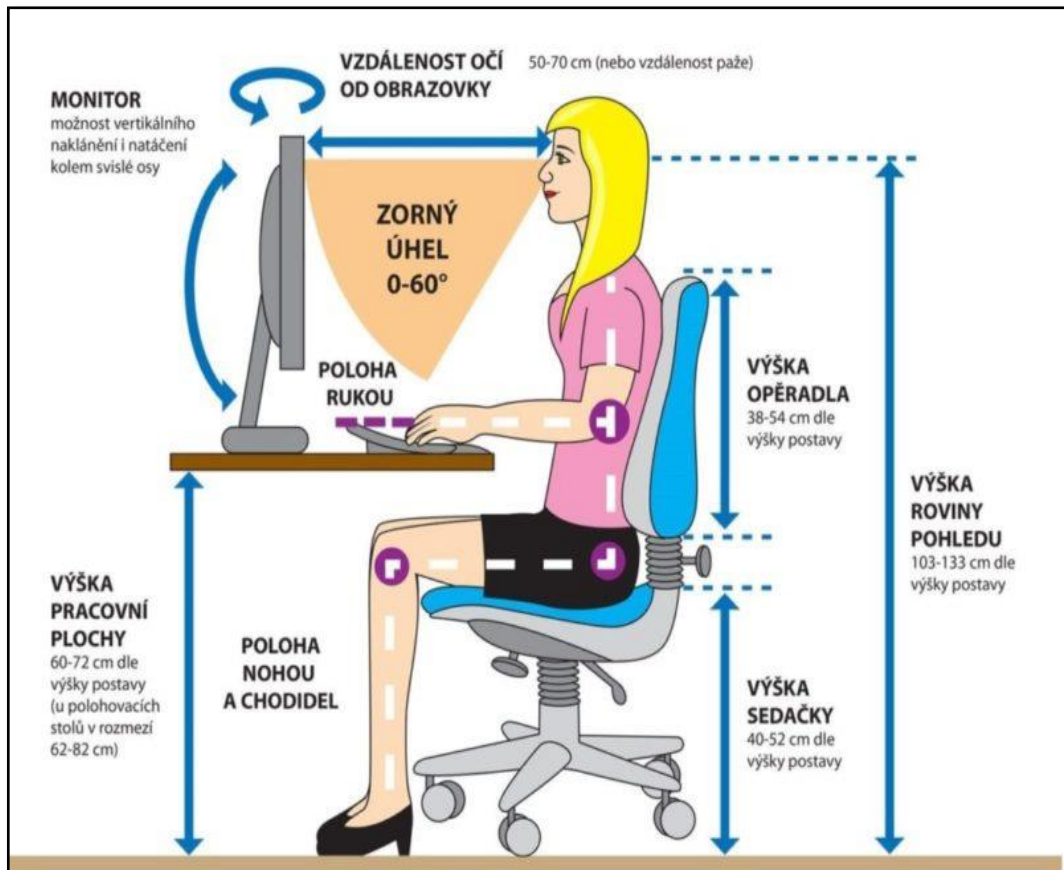
Farmakoterapie:

- kortikosteroidy,
- nesteroidní analgetika,
- antirevmatika,
- antiflogistika [3, 4, 6].

Fyzioterapeutické možnosti:

- měkké a mobilizační techniky,
- kinezioterapie,
- kineziotaping [3, 4, 6].

Do terapie je potřeba zařadit cviky na posílení stabilizační funkce svalů. Excentrická cvičení výrazně zvyšují účinnost léčby u pacientů s entezopatií prostřednictvím stimulace hojení. V pracovním prostředí je důležité dodržovat správnou ergonomii [3, 6, 8].



Obrázek 2.1: Ergonomie pracovního prostředí [9]

2.1.7 Prevence

Nejzásadnějším faktorem prevence je nepřekonávat bolest a vyvarovat se přetěžování daných oblastí. Zejména při výkonu jednostranných pohybů s jednostranným přetížením. Důležité je celkové zahřátí a protahování celého těla před sportovní aktivitou a po sportovní aktivitě. Dále je důležité dodržování správné techniky sportovní disciplíny, dostatečná regenerace a odpočinek po sportovní aktivitě. Na pracovišti je nutné přizpůsobit ergonomicky pracovní prostředí. Správná ergonomie pracovního prostředí je zobrazena na obrázku 2.1 [3].

2.2 Kryoterapie

Kryoterapii neboli negativní termoterapii řadíme do skupiny fyzikální terapie a můžeme ji definovat jako odebrání tepla z povrchu organismu s léčebným cílem. Název je odvozen z řečtiny (cryo – zima, chlad a terapie – léčba) [8, 10].

Teplu z povrchu můžeme odebrat několika způsoby:

- kondukcí – vedením (kryosáčky a ledování);
- konvencí – proudění (hypotermní koupele, ofukování chladným vzduchem nebo plynem, kryokomory);
- evaporací – odpařování (aplikace těkavých látek např. etylchlorid nebo metylchlorid);
- iradiací – sálání, záření [8, 10].

Kryoterapie je moderní rehabilitačně-léčebný postup, který má v současné době širokou indikační škálu. O kryoterapii, dle některých autorů můžeme hovořit, pokud terapie dosahuje teploty $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ a méně. Kryoterapii dělíme na lokální a celkovou. Při lokální kryoterapii aplikujeme chlad pouze lokálně. U celkové kryoterapie působí chlad na celé tělo po dobu několika minut ve speciálně upravených komorách. [8, 10-12]

2.2.1 Lokální kryoterapie

Lokální kryoterapie je léčba pomocí aplikace chladu lokálně, na povrch těla, kde došlo k chronickým zánětlivým změnám nebo bolestivým afekcím. Lokální kryoterapii provádíme pomocí aplikace sprejů (vypařování těkavých látek), speciálních gelů, prouděním studeného vzduchu, kryosáček, studené vířivé koupele nebo chůzí v ledové lázni [8, 10-12].

Nejčastěji je používána léčba aplikací studeného vzduchu, který je ochlazen až na teploty $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Léčba aplikací studeného vzduchu je limitována kožní plochou, rychlostí proudícího vzduchu a délkou trvání terapie (od několika sekund až několika minut). Proudící vzduch s vysokou rychlostí v krátkém časovém intervalu 1-3 minuty redukuje akutní zánět a snižuje bolest. Regenerační účinek má proudící vzduch s nižší rychlostí v delším časovém intervalu 3-10 minut, který zmenšuje svalové napětí a svalové kontraktury [8, 10-12].

Indikace:

- zmenšení otoků,
- snížení aktivity zánětlivých procesů,
- urychlení hojení poraněných oblastí,
- pooperační rehabilitace,

- úleva od bolesti,
- zlepšení klinického a funkčního stavu pacienta díky zvýšené pohyblivosti ochlazených kloubů a zvýšení svalové energie,
- popáleniny – zmírnění teplotního šoku a snadnější hojení tkáně,
- neinvazivní léčba žilních cest (pavoučí angiomy),
- léčba revmatických a degenerativních kloubních onemocnění,
- odstraňování svalových křečí,
- snížení svalového napětí,
- léčba onemocnění svalů, šlach, podvrtnutí, mezižeberních nervů, sedacích nervů, bolesti v kříži a parézy,
- kosmetické terapie – odstranění celulitidy [12, 13].

Kontraindikace:

- alergie a citlivost na chlad,
- záněty cév,
- choroby krve spojené se srážlivostí,
- Raynaudova choroba,
- ateroskleróza dolních končetin,
- chronická žilní nedostatečnost a posttrombotické stavy,
- poruchy mikrocirkulace při cukrovce (diabetická noha),
- poruchy citlivosti, parestezie, polyneuropatie,
- omrzliny,
- velká anémie,
- nádory,
- těžká porucha oběhového systému,
- porušená kontinuita kůže [12, 13].



Obrázek 2.2: Aplikace lokální kryoterapie pomocí přístroje Kriosan K30 [13]

Přístrojové vybavení pro lokální kryoterapii

Přístrojovým vybavením pro lokální kryoterapii bývají mobilní zařízení, která nejsou náročná na prostor. Přístroje vyžadují pouze připojení ke zdroji elektrické energie. V současné době se využívá mnoho typu přístrojů. Přístroje na bázi oxidu uhličitého dosahují teploty až $-75\text{ }^{\circ}\text{C}$, zatímco přístroje využívající proudění studeného vzduchu dosahují teplot až $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Přístroje na bázi kapalného dusíku, přičemž pára tekutého média dosahuje nižších teplot než předchozí typy přístrojů. Teplota může dosahovat až mínus $160\text{ }^{\circ}\text{C}$. Pacient vnímá intenzivní a suchý chlad. Pořizovací cena přístroje se pohybuje okolo 140 000-200 000 Kč [12-15].

Výhody:

- aplikace přímo na postiženou tkáň,
- přesné dávkování chladu,
- nižší pořizovací náklady,
- přístroj není prostorově náročný,
- vhodná pro klaustrofobické pacienty [11-13].

Nevýhody:

- vyšší výskyt kontraindikací,
- nezpůsobuje celkové změny v organismu (např. celková regenerace) [11-13].



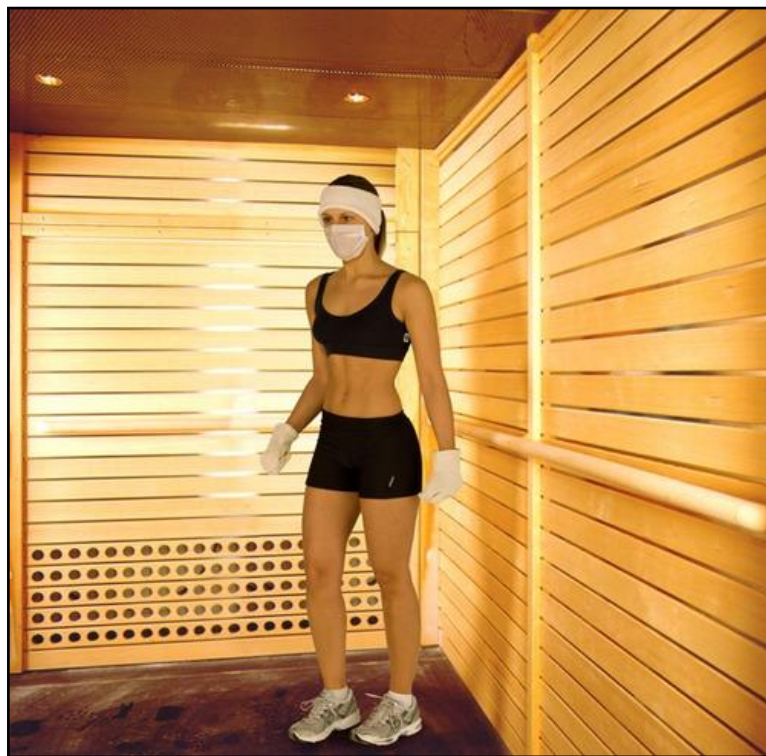
Obrázek 2.3: Přístroj Cryogen 3 [14]

2.2.2 Celková kryoterapie

Celková kryoterapie je léčba pomocí aplikace chladu celý na povrch těla. Aplikují se extrémně nízké teploty v rozmezí $-110\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$ v časovém intervalu 2-3 minuty. Cílem celkové kryoterapie je vyvolat fyziologickou reakci těla na extrémní chlad. Hluboký mráz lidskému organismu neublíží, jelikož uvnitř polárie je upravených suchý vzduch, který je zbaven vlhkosti. Z tohoto důvodu nedochází ke snížení vnitřní teploty lidského těla, prudce a výlučně se ochladí pouze povrch těla, což má za následek velké periferní prokrvení, urychlení metabolismu a hojivých procesů [8, 10, 11, 12].

Působení chladu na celé tělo tlumí zejména bolest, zánětlivé a degenerativní procesy a navozuje relativní vazodilataci cév (rozšíření cév dosahující čtyřnásobných hodnot cév před začátkem kryoterapie). Rozšíření cév přetrvává několik hodin po kryoterapii a dochází tím k výraznému zlepšení metabolismů tkání a rychlejšímu vyplavování škodlivých produktů metabolismu. Dochází k urychlení hojení zranění, odstraňování pozůstatků zánětu a zmírnění otoků tkání [8, 10, 11, 12].

Vlivem celkové kryoterapie nastává radikální zvýšení hladiny hormonu endorfinu, který tlumí zánětlivé procesy, zlepšuje náladu, snižuje svalové napětí a zvyšuje se rozsah pohybu postižených kloubů. Dále dochází k zvyšování počtu T-lymfocytů a tím pádem výkonost imunitního systému [11].



Obrázek 2.4: Celková kryoterapie v kryokomoře [16]

Indikace:

- chronická zánětlivá revmatická onemocnění s hlavní manifestací na kloubech (revmatoidní artritida, morbus Bechtěrew),
- artrózy velkých a malých kloubů, polyartrózy,
- rehabilitace po operacích velkých kloubů a páteře, postoperativní otoky,
- Vertebrogenerní syndrom (diskopatie, lumbago, ischiad.sy, stavy před a po operaci),
- tendopatie (tenisový loket, zánět Achillovy šlachy, bolesti paty),
- chronické bolestivé stavy, primární bolesti hlavy,
- fibromyalgie,
- porucha regulace svalového tonu – spasticita, dětská mozková obrna, svalové přepětí, ztuhnutí,
- tupé trauma kloubů a svalů,
- roztroušená skleróza,
- lupenka s nebo bez kloubních projevů,
- atopická dermatitida, neurodermatitida
- astma bronchiale, spastická bronchitida, alergická rhinitida,
- svalový únavový syndrom,
- poruchy rovnováhy, svalové koordinace,
- poruchy centrální aktivity (centrální únavový syndrom, burn-out-syndrom, depresivní stavy, bolestivě podmíněné chronické poruchy spánku),
- všeobecně psychofyzické stavy snížené výkonnosti,
- poruchy imunity vyvolané extrémními svalovými nároky, popř. stresově podmíněné funkční poruchy imunitního systému,
- primární hypotonické poruchy oběhového systému,
- celulitida [12, 16].

Absolutní kontraindikace:

- nestabilní hypertenze (TK dlouhodobě nad 160/110 mmHg),
- srdeční infarkt, vstup do komory nejdříve po půl roce od prodělání infarktu,
- dekompenzované onemocnění srdečního a oběhového systému,
- nestabilní angina pectoris,
- kardiostimulátor,
- periferní poruchy prokrvení (stadium II a IV),
- stav po venosní trombóze, tromboflebitida hlubokého žilního systému,
- akutní onemocnění dýchacího systému,
- akutní onemocnění močového systému a ledvin,
- těžká anemie,
- alergie na chlad,
- onkologická onemocnění,

- záchvatovitá onemocnění,
- bakteriální a virová infekce kůže [12, 16].

Relativní kontraindikace:

- poruchy srdečního rytmu,
- stavy po srdečních operacích,
- ischemická choroba srdeční,
- chlopenní vady,
- vaskulitida,
- klaustrofobie,
- těhotenství od 4. měsíce,
- Raynauldův syndrom [12, 16].

Přístrojové vybavení celkové kryoterapie

Přístrojové vybavení pro celkovou kryoterapii jsou zařízení, která jsou náročná prostorově na rozdíl od přístrojů pro lokální kryoterapii. Přístroje pro celotělovou kryoterapii dělíme do dvou kategorií – kryosauny a kryokomory [10, 11, 12, 17].

Kryokomora se používá k celotělové kryoterapii. Jedná se o speciální boxy, které jsou většinou pro 1-6 osob. Provozní médium kryokomory je například syntetický kapalným vzduch, kapalným dusíkem nebo elektřina pohánějící chladicí soustavu [10, 11, 12, 17].

Kryokomora pro jednu osobu se nazývá kryosauna. Kryosauna je vždy jednokomorová ve které je osoba podle výšky nastavena zdviží tak, aby hlava pacienta byla nad aplikačním tubusem. Pořizovací cena kryosauny se pohybuje okolo 500 000-700 000 Kč [10, 11, 12, 17, 18].

U klasických kryokomor se prostor dělí na předkomoru a hlavní komoru a jedná se o celotělovou kryoterapii včetně hlavy. Každý box má pro aplikaci chladu vlastní generátor. V předkomoře bývá teplota nejčastěji mezi -20 °C až -50 °C a doba pobytu osoby cca 1 minuta. V hlavní komoře dosahují teploty -130 °C až -140 °C a doba pobytu osoby cca 1-3 minuty. Délka celkové terapie je zhruba 4 minuty a procedura se může opakovat 1-2krát denně v minimálním intervalu 8 hodin. Důležitá je příprava klienta před vstupem na proceduru. Klient by neměl 1-2 hodiny před procedurou jíst a neměl by být podchlazený. Teplota v místnosti, kde dochází k přípravě klienta, by se měla pohybovat mezi 24 °C až 27 °C. Pořizovací cena kryokomory se pohybuje okolo 1 500 000 Kč [10, 11, 12, 17, 18].

Výhody:

- 1-6 osob,
- vysoká indikační škála,

- komplexní působení na celý organismus (celková regenerace),
- zvyšuje výkonost imunitního systému [11, 12, 13].

Nevýhody:

- vysoké pořizovací náklady,
- prostorová náročnost,
- vyšší výskyt kontraindikací [12, 13].



Obrázek 2.5: Kryosauna Cryomed Pro – 4051 [18]



Obrázek 2.6: Kryokomora [15]

2.3 Přehled vybraných klinických studií

V následujících podkapitolách jsou popsány vybrané studie, které se zabývají fyzikální terapií – kryoterapie u pacientů s entezopatií. Klinické studie byly vyhledávány ve světových databázích, byly využity PubMed, Google Scholar, Scopus a Science Direct. Seznam devíti studií obsahuje sedm zahraničních studií a dvou českých. Klíčová slova pro vyhledávání byla cryotherapy, enthesopathy a physical therapy.

Tabulka 2.1: Přehled vybraných studií [vlastní zpracování].

| Autor | Název | Země, rok |
|--|---|--------------|
| Cosimo Costantino, Francesco Pogliacomì, Enrico Vaienti | Cryoultrasound therapy and tendonitis in athletes: a comparative evaluation versus laser CO2 and t.e.ca.r.therapy [19] | Itálie, 2005 |
| Muralidharan, A | A Comparative study to Assess the Effectiveness of Myofascial Trigger Point Manual Pressure Release with Cryotherapy Versus Ultrasound with Stretching for Acute Achilles Tendinitis to the Soccer Players [20] | Indie, 2019 |
| Małgorzata Kowza-Dzwonkowska | Local cryotherapy in tennis elbow (lateral epicondylitis) [21] | Polsko, 2015 |
| Heenaben R. Rathwa, Yagna Shukla | Effect of Cryotherapy versus Ultrasound Therapy in Lateral Epicondylitis: A Comparative Study [22] | Indie, 2020 |
| Lisi C, Costantino C, Ammendolia A, | Tendon injuries in sports: experiences with cryoultrasound [23] | Itálie, 2005 |
| Maria Ch. Vulpiani , Sveva M. Nusca , Mario Vetrano , Serena Ovidi , Rossella Baldini, Cristina Piermattei , Andrea Ferretti, Vincenzo M. Saraceni | Extracorporeal shock wave therapy vs cryoultrasound therapy in the treatment of chronic lateral epicondylitis. One year follow up study [24] | Itálie, 2015 |
| C. Longo, A.M. Colao, C.E. Fata, L. Fratto, S. Villella, M. Iocco | Effectiveness of Cryoultrasound therapy in the treatment of tendon pathologies [25] | Itálie, 2019 |
| Mariana Cecilie Vášková | Efektivita využití chladu při léčbě dysfunkcí pohybového aparátu [26] | Česko, 2013 |
| Ondřej Hunáček | Hodnocení efektivity kryoterapie u akutních bolestivých stavů [27] | Česko, 2020 |

2.3.1 Vybrané zahraniční klinické studie

Cosimo Costantino, Francesco Pogliacomì a Enrico Vaienti prováděli experimentální studii [19] v roce 2005, která porovnávala účinnost kryoterapie, Tecar terapie a laserové terapie u sportovců s tendopatií. Do studie bylo zahrnuto 45 subjektů (32 mužů a 13 žen) s průměrným věkem 33 let. Subjekty byli rozděleny do 3 skupin. Každá skupina obsahovala 5 případů s onemocněním v oblasti Achillovy šlachy, 5 případů s patelární šlachou a 5 případů s epikondylární tendonitis. První skupina podstoupila léčbu laserovou terapií CO₂, která byla aplikována celkem 12krát po dobu 15 minut při výkonu 12 watt. Druhá skupina podstoupila léčbu Tecar terapií, která byla aplikována celkem 12krát po dobu 30 minut na střední výkon (15 minut kapacitní metodou a 15minuty odporovou metodou). Třetí skupina podstoupila léčbu kryoterapií ultrazvukem, která byla aplikována celkem 12krát po dobu 20 minut při teplotě -2°C a výkonu výkon 1,8 W/cm². Každý subjekt hodnotil svůj zdravotní stav na počátku a na konci léčby s použitím vizuální analogové škály (VAS). Vizuální analogová škála bolesti je desetistupňová škála, kde 10 představovala největší bolest, jakou si může pacient představit, a 0 je stav bez bolesti. Efektivita léčby byla hodnocena jako rozdíl mezi počáteční a konečnou VAS vynásobenou hodnotou 100. Efektivita léčby byla klasifikována následně: mírné zlepšení (1-30 bodů), dobré zlepšení (31-55 bodů), velmi dobré zlepšení (56-80 bodů) a zotavení (81-100 bodů). Získané výsledky byly statisticky vyhodnoceny pomocí analýzy rozptylu s hodnotou $p < 0,05$. Výsledky experimentální studie ukázaly významné zlepšení ve všech skupinách. Každý subjekt měl z léčby prospěch. Byl pozorován statisticky významný rozdíl mezi léčbou laserem CO₂ a kryoterapií ultrazvukem. Nebyl pozorován statisticky významný rozdíl mezi léčbou Tecar terapie a laserovou terapií CO₂ nebo mezi Tecar terapií a kryoterapie ultrazvukem. Léčba kryoterapií vykazuje lepší rozsah účinnosti, vyšší spokojenost pacientů a dlouhodobější výsledky oproti laserové terapii CO₂. Po osmi měsících od provedení léčby bylo zjištěno, že u subjektů ošetřených ultrazvukovou kryoterapií docházelo k lepšímu zdravotnímu stavu oproti subjektům, kterým byla aplikována laserová terapie CO₂ a Tecar terapie. Na základě zjištěných výsledků je možné tvrdit, že léčba pomocí ultrazvukové kryoterapie prokazuje vyšší účinnost, vyšší spokojenost pacientů a dlouhodobější výsledky oproti laserové terapii CO₂. Ultrazvuková kryoterapie ve srovnání s Tecar terapií prokazuje vyšší účinnost, vyšší spokojenost a delší trvání získaných výsledků léčby. Léčba pomocí ultrazvukové kryoterapie je účinný léčebný prostředek pro léčbu tendopatií [19].

Muralidharan, A prováděla studii [20] v rámci diplomové práce z roku 2019, která zkoumala účinnost ručního uvolnění tlaku myofasciálního spouštěcího bodu pomocí kryoterapie oproti ultrazvukové terapii s protahováním u akutní Tendinitidy Achillovy šlachy fotbalových hráčů. Srovnávací studie se zúčastnilo 20 náhodných subjektů ve věkovém složení 18-23 let. Subjekty byly rozděleny do dvou skupin A a B. Každá skupina se skládala z 10 subjektů. Skupina A byla ošetřena ultrazvukovou terapií s protahováním. Skupina B byla ošetřena pomocí ručního uvolnění tlaku myofasciálního spouštěcího bodu pomocí kryoterapie. Bolestivost a funkce nohy byla hodnocena před a po ukončení léčby obou skupinách pomocí indexu funkce nohy (FFI) a VAS. Ke zjištění FFI musel subjekt vyplnit dotazník, kde hodnotil svůj zdravotní stav, jak bolest nohy ovlivňuje každodenní život. U každé z otázek bylo uděleno 1-10 bodů, kde 10 představovala největší bolest, jakou si může pacient představit a hodnota 0 je stav bez bolesti, která nejpřesněji charakterizovala pacientovu nohu za poslední týden. Dále každý subjekt hodnotil úroveň bolesti za použitím desetistupňové VAS, kde hodnota 10 představovala největší bolest, jakou si může pacient představit a hodnota 0 stav bez bolesti. Shromážděná data byla statisticky zpracována pomocí párového t-testu na hladině významnosti 0,005, aby byla zjištěna statistická významnost mezi hodnotami před a po ukončení léčby u jednotlivých skupin. Ke zjištění statistické rozdílu mezi skupinou A a B byl použit nepárový t-test na hladině významnosti 0,005. Statistický výsledek vykazuje zlepšení po ošetření v obou skupinách. Na základě zjištěných výsledků studie můžeme tvrdit, že ruční uvolnění tlaku myofasciálního spouštěcího bodu pomocí kryoterapie je účinnější než ultrazvuková terapie s protahováním u akutní Tendinitidy Achillovy šlachy u fotbalových hráčů. Ruční uvolnění tlaku myofasciálního spouštěcího bodu pomocí kryoterapie vykazuje vyšší účinnost při snižování bolesti a zlepšuje celkovou funkci nohy [20].

Małgorzata Kowza-Dzwonkowska prováděla experimentální studii [21] v roce 2015, která zkoumala účinnost lokální kryoterapie u pacientů s laterální epikondylitidou (tenisový loket). Do studie bylo zahrnuto 34 náhodných subjektů (8 mužů a 26 žen) ve věku 35-59 let. Subjekty byly rozděleny do 2 skupin. V obou skupinách bylo 13 žen a 4 muži, z toho 10 osob mělo vysokoškolské vzdělání a 7 osob středoškolské vzdělání. Skupina X podstoupila léčbu lokální kryoterapií pomocí přístroje Kriopol R-26 fungující na bázi kapalného dusíku. Léčba byla podána celkem 10krát po dobu 1-3 minut během 14 dní. Kontrolní skupina Y nepodstoupila žádnou terapeutickou léčbu po dobu 14 dní. Studie využívala statistické metody a metody diagnostické průzkumu. U každého subjektu byla měřena bolest těsně před a po terapii pomocí dvou stupnic. První 5bodová stupnice je modifikovaný Laitienův dotazník indikátoru bolesti, který byl vyplněn na základě subjektivních pocitů pacienta. Druhá stupnice byla desetistupňová vizuálně analogová škála. Pro ověření významnosti rozdílu mezi skupinou X a Y byla použita analýza rozptylu ANOVA. Ve skupině X po aplikaci lokální kryoterapie je pozorován statistický významný pokles hodnoty intenzity bolesti na stupnici VAS i Laitinen oproti

kontrolní skupině Y ($p=0,000$). Výsledky potvrzují oprávněnost využití kryoterapie při léčbě entezopatie v oblasti lokte. Prokazují snížení intenzity bolesti, zlepšení motorické aktivity a vedla ke snížení příjmů analgetik u skupiny X. Lokální kryoterapie pozitivně ovlivňuje léčbu pacientů s laterální epikondylitidou [21].

Studie [22] z roku 2020 srovnávala účinnost kryoterapie oproti ultrazvukové terapii u pacientů s laterální epikondylitidou (tenisový loket). Do studie bylo zahrnuto 22 subjektů ve věku 30-45 let s epikondylitis lateralis, kteří byli rovnoměrně rozděleni po 11 subjektech do skupiny A a B. Skupině A byla aplikována kryoterapie plus konvenční léčba. Kryoterapie byla aplikována pomocí přístroje Cryoflow 1000 (IR naváděný) ve formě studeného vzduchu o teplotě $>13\text{ }^{\circ}\text{C}$ po dobu 10 minut ve vzdálenost mezi kůží a tryskou přístroje 2 až 10 cm. Skupině B byla aplikována ultrazvuková terapie plus konvenční léčba. Ultrazvuková terapie byla podávána pomocí terapeutického ultrazvukového přístroje s frekvencí 1 MHz s intenzitou $1,5\text{ W/cm}^2$. Pulzní režim byl 1:4 po dobu 5 minut. Konvenční léčba v obou skupinách zahrnovala protahování a posilování. Léčba byla podávána 6x týdně po dobu 14 dnů všem pacientům. Subjekty byly hodnoceny před začátkem a po ukončení léčebného programu. Hladina významnosti byla 5% s intervalem spolehlivosti 95%. Pro statistickou analýzu byl použit Mann Whitney U test. Mezi skupinou A a B nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl. Výsledky studie ukázaly významné zlepšení u obou skupin. Obě skupiny vykazovaly snížení bolesti a zlepšení funkce rukou v oblasti lokte a zápěstí. Nebyl statisticky zjištěn významný rozdíl mezi účinkem léčby pomocí kryoterapie a ultrazvukové terapie. Experimentální studie potvrzuje, že ultrazvuková terapie a kryoterapie spolu s konvenční fyzioterapií pomáhají při snížení bolesti a zlepšení funkce a pohybu u pacientů s laterální epikondylitidou [22].

Experimentální studie [23] z roku 2005 zkoumala účinnost kryoterapie ultrazvukem u sportovců (na profesionální i amatérské úrovni), kteří trpěli tendonopatií a akutní nebo subakutní entezopatií. Studie zahrnovala 162 subjektů s průměrným věkem 34,3 let. Všichni pacienti podstoupili kontrolu před začátkem léčby a po ukončení léčby. Všechny 162 subjektů podstoupilo kryoterapii ultrazvukem, která byla aplikována celkem 10krát po dobu 20 minut při teplotě $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ a výkonu $2,2\text{ W/cm}^2$. Léčba byla aplikována 5krát týdně po dobu 2 týdnů. Pro klinické hodnocení pacientů byly vybrány dva parametry – bolest a funkční omezení. Parametr bolesti byl hodnocen na základě VAS a funkční omezení bylo hodnoceno pomocí formuláře WOMAC pro artikulační funkci. Výsledky prokazují snížení bolesti u 90% pacientů a u více než 80% zlepšení motorické aktivity. Následně byla provedena o 3 měsíce později kontrola, která prokázala stabilitu výsledku [23].

Studie [24] z roku 2015 porovnávala terapeutické účinky extrakorporální terapie rázovými vlnami (ESWT) a kryoterapii ultrazvukem (Cryo-US) u pacientů s chronickou laterální epikondylitidou (tenisový loket) po dobu 12 měsíců. Do studie bylo zahrnuto 80 náhodných subjektů, kteří byli rozděleni do dvou skupin. První skupina zahrnovala 40 subjektů (29 mužů a 11 žen) s průměrným věkem 49,7 let. Druhá skupina zahrnovala 40 subjektů (24 mužů a 16 žen) s průměrným věkem 53,4 let. První skupině pacientů byla podávána extrakorporální terapie rázovými vlnami, která byla aplikována 3krát s hustotou energetického toku 2 400 pulzů v časovém intervalu 48/72 hodin. Druhé skupině pacientů byla podávána kryoterapie ultrazvukem, která byla aplikována 12krát po dobu 20 minut při teplotě $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ a výkonu $1,8\text{ watt/cm}^2$. Léčba byla aplikována 4krát týdně po dobu 3 týdnů. Sledovaní pacienti byli hodnoceni před léčbou a 3, 6 a 12 měsíců po ukončení léčby. Bolest subjektům byla měřena na základě desetistupňové VAS. Byla provedena analýza rozptylů (ANOVA) k posouzení rozdílů v bolesti (skóre výsledku VAS). Hladina významnosti byla $p < 0,05$ a interval spolehlivosti 95%. Při srovnání obou skupin byla prokázána významná interakce mezi časovými a léčenými skupinami. Výsledky studie ukázaly, že extrakorporální terapie rázovými vlnami má lepší klinicko-terapeutické účinky než kryoterapie ultrazvukem u pacientů s chronickou laterální epikondylitidou v časovém úseku 6-12 měsíců po ukončení léčby [24].

Experimentální studie [25] z roku 2019 zkoumala účinnost kryoterapie u pacientů se symptomatickými příznaky tendopatie. Do studie bylo zahrnuto 18 subjektů (8 žen a 10 mužů) ve věkovém složení 17-74 let. Sledovaní pacienti byli hodnoceni před léčbou a po ukončení léčby. Každému pacientovi byla podávána kryoterapie ultrazvukem, který byl aplikován jedenkrát po dobu 20 minut při teplotě $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ a výkonu $1,8\text{ watt/cm}^2$. Léčba byla aplikována každý den po dobu 10 dní. Výsledky byly hodnoceny na základě redukce bolesti a obnovení artikulační funkce daného místa. Bolest subjektům byla měřena na základě 5stupňové VAS. Bolest byla klasifikována na bolest při palpaci (5 bodů), pohybu (3 body) a žádná bolest (0 bodů). Bolest byla zjištěna během vyšetření pacienta. Aktivita byla klasifikována na úplnou aktivitu končetiny (0 bodů), lehká aktivita (5 bodů) a v případě úplné neschopnosti používat končetinu (10 bodů). Rozsahu pohybu byl klasifikován na kompletní (0 bodů), kompletní s bolestí (5 bodů) a neúplné (0 bodů). Statistické zhodnocení naměřených hodnot na stupnici VAS bylo provedeno pomocí t-testu pro porovnání dat na hladině významnosti $p < 0,05$. Výsledky ukázaly, že aplikace kryoterapie ultrazvukem u pacientů s tendopatií snižuje bolest a zlepšuje celkovou motorickou funkci. Výsledky ukázaly, že průměrná variace VAS před léčbou a po léčbě pomocí t-testu je statistická významná ($p = 0,021$) [25].

2.3.2 Vybrané klinické studie v České republice

V diplomové práci [26] Mariany Cecilie Váškové z roku 2013 bylo cílem provést pilotní studii, která zkoumala ovlivnění bolestivých míst pohybového aparátu při jeho dysfunkci pomocí lokální kryoterapie. Do pilotní studie bylo zahrnuto 11 subjektů z řad pacientů fyzioterapeutického střediska Rehamil v Milovicích, kteří trpěli bolestmi pohybového aparátu bez interních chorob. Studie se zúčastnilo 7 mužů a 4 ženy ve věkovém složení 18-60 let. Pro aplikaci lokální terapie byl použit přístroj Cryogen 2 od společnosti Cryolab. Délka aplikace lokální terapie trvala 150 sekund. U každého subjektů byla provedena lokální kryoterapie, a to jednou až čtyřikrát. Samotnému měření předcházela dotaz u každé subjektu na aktuální zdravotní stav pomocí vizuální analogové škály (VAS). Před každou a po každé proceduře bylo provedeno algometrické měření pomocí Algometer typ II by Somedic. Vzniklo celkem 34 měření, která byla následně statisticky zhodnocena v programu SPSS. Pro statistické zhodnocení byl použit párový t-test pro porovnání stavu před aplikací kryoterapie a po aplikaci a metody popisné statistiky. Výsledek pilotní studie Mariany Cecilie Váškové prokázal, že léčba pomocí lokální kryoterapie může být efektivní při léčbě dysfunkcí pohybového aparátu a je dobře tolerována pacienty. Pilotní studie vykazuje, že kryoterapie je relativně dostupný a využitelný druh fyzikální terapie, který se dá využít při spoustě různých obtíží [26].

V bakalářské práci [27] Ondřeje Huňáčka z roku 2020 bylo cílem statisticky zhodnotit analgetický efekt kryoterapie u akutních bolestivých stavů. Sběr dat probíhal na dvou pracovištích, kde byla aplikována lokální kryoterapie a disponovali podobnými přístroji. Získaná statistická data nebyla vymezena na konkrétní druhy diagnóz, ale na každý bolestivý stav, který byl indikován k předepsání léčby pacientům nebo jehož léčba byla uhrazena samoplátcem. Studie se zúčastnilo celkem 116 subjektů. První skupina zahrnovala 59 pacientů. Z celkového počtu bylo vybráno 41 subjektů (18 žen a 23 mužů) podle diagnóz, kterým byla aplikována 4minutová léčba o teplotě $-170\text{ }^{\circ}\text{C}$ přístrojem Cryo-T Elephant. Z celkového počtu 41 subjektů trpělo 18 subjektů entezopatií, 16 subjektů poškozením různých svalových skupin a 7 subjektů dorsolagií. Druhá skupina zahrnovala 89 pacientů. Z celkového počtu bylo vybráno 75 subjektů (32 žen a 43 mužů) podle diagnóz, kterým byla aplikována 3minutová léčba o teplotě $-165\text{ }^{\circ}\text{C}$ přístrojem Cryogen 3. Z celkového počtu 75 subjektů trpělo 33 subjektů entezopatií, 31 subjektů poškozením různých svalových skupin a 11 subjektů dorsolagií. Každý subjekt hodnotil svůj zdravotní stav na vizuální analogové škále po absolvování jednotlivých procedur, kde 10 představovala největší bolest, jakou si můžete představit a 0 stav bez bolesti. Pro statistické zhodnocení byl použit F-test a párový dvouvýběrový t-test. Po zhodnocení klinických dat docházelo na VAS ke zlepšení o 5,48 bodů u pacientů, kterým byla aplikována léčba přístrojem Cryo-T Elephant a zlepšení o 6,25 bodů u pacientů, kterým byla aplikována léčba přístrojem Cryogen 3. Závěrem bakalářské práce bylo, že aplikace lokální kryoterapie má analgetický účinek. Snížení bolestivosti došlo u všech subjektů,

kteří podstoupili kryoterapii bez ohledů na diagnózu, se kterou se léčili. Při následném porovnání obou přístrojů prokazuje Cryogen 3 vyšší efektivitu než Cryo-T Elephant [27].

2.3.3 Shrnutí klinických studií

Klinické studie zmíněné ve výše uvedených podkapitolách se zabývají fyzikální terapií lokální kryoterapie u pacientů s entezopatií. Ve všech klinických studiích byla pacientům aplikována lokální kryoterapie. Bylo vybráno celkem 10 studií, z toho 8 zahraničních studií a 2 studie pocházející z České republiky [19-27].

Ve studii [19] výsledky prokazují vyšší účinnost, vyšší spokojenost pacientů a dlouhodobější výsledky kryoterapie oproti laserové terapii CO₂. Ve studii [20] bylo při srovnání dvou skupin zjištěno, že ručního uvolnění tlaku myofasciálního spouštěcího bodu pomocí kryoterapie je účinnější než pomocí ultrazvuková terapie. Ve studii [21] výsledky prokazují snížení intenzity bolesti, zlepšení motorické aktivity a následně vedla ke snížení příjmů analgetik u skupiny pacientů, kteří podstoupili kryoterapii v porovnání s kontrolní skupinou, která nepodstoupila žádnou terapeutickou léčbu po dobu 14 dní. Ve studii [22] výsledky neprokázaly statisticky významný rozdíl mezi účinkem léčby pomocí kryoterapie a ultrazvukové terapie. Klinická studie potvrzuje, že ultrazvuková terapie a kryoterapie spolu s konvenční fyzioterapií pomáhá při snížení bolesti a dochází ke zlepšení motorických funkcí pacienta. Ve studii [23] výsledky prokazují snížení bolesti u 90 % pacientů a u více než 80 % zlepšení motorické aktivity u pacientů, kteří podstoupili léčbu kryoterapie pomocí ultrazvuku. Stabilita výsledku byla prokázána po 3 měsících. Ve studii [24] výsledky prokázaly, že extrakorporální terapie rázovými vlnami má lepší klinicko-terapeutické účinky než kryoterapie ultrazvukem v časovém úseku 6-12 měsíců po ukončení léčby. Ve studii [25] výsledky prokázaly, že aplikace kryoterapie ultrazvukem u pacientů s tendopatií snižuje bolest a zlepšuje celkovou motorickou funkci. Ve studii [26] výsledky prokázaly, že léčba pomocí lokální kryoterapie může být efektivní při léčbě dysfunkcí pohybového aparátu a je dobře tolerována pacienty. Ve studii [27] výsledkem bylo, že aplikace lokální kryoterapie má analgetický účinek. Snížení bolestivosti došlo u všech subjektů. Při srovnání přístroj Cryogen 3 a Cryo-T Elephant prokazuje Cryogen 3 vyšší efektivitu než Cryo-T Elephant [19-27].

Zkoumané studie vykazují, že kryoterapie je relativně dostupný a využitelný druh fyzikální terapie, který se dá využít při spoustě různých obtíží pohybového aparátu. Výsledky studií prokazují, že lokální kryoterapie vede ke snížení intenzity bolesti, zlepšení motorické funkce a snížení příjmů analgetik [19- 27].

2.4 Shrnutí současného stavu

Entezopatie je velmi rozšířené onemocnění postihující sportovce, tak i manuálně pracující lidi nejčastěji mezi 40. až 45. rokem života. V současné době existuje široké spektrum možností léčby pomocí fyzikální terapie. Mezi možnosti fyzikální terapie patří laserová terapie, magnetoterapie, elektroléčba, ultrasonografie, kryoterapie nebo terapie rázovou vlnou. [1, 2, 3, 4].

Kryoterapie neboli negativní termoterapie funguje na principu odebírání tepla z povrchu těla. Jedná se o moderní rehabilitačně-léčebný postup, který má širokou indikační škálu. Kryoterapie je relativně dostupný a využitelný druh fyzikální terapie, který se využívá při léčbě onemocnění svalů nebo šlach [8, 10-13].

Na základě literární rešerše vybraných klinických studií, které se zabývaly fyzikální terapií – kryoterapie u pacientů s entezopatií můžeme říct, že lokální kryoterapie vede ke snížení intenzity bolesti, zlepšení motorické funkce a snížení příjmů analgetik. Lokální kryoterapie je typ fyzikální léčby, který je velmi dobře tolerován pacienty. Ve všech vybraných klinických studiích uvedených výše byla lokální kryoterapie hodnocena pozitivně neboť docházela u každého respondenta ke zlepšení zdravotní stavu. Zdravotní stav pacienta byl nejčastěji hodnocen dle subjektivního pocitu pacienta na desetistupňové analogové škále. Lokální kryoterapie lze zařadit mezi efektivní druh léčby pacientu s entezopatií [19-27].

V praktické části diplomové práce bude probíhat ekonomicko-klinické hodnocení kryoterapie u pacientů s entezopatií, kterým byla aplikována lokální kryoterapie přístrojem Cryogen 3 a Cryo-T Elephant. Klinická data ze dvou pracovišť budou statisticky zhodnocena pomocí vhodných statistických testů. Následně bude provedena analýza nákladové efektivity, která bude ověřena jednocestnou analýzou sensitivity. Závěr práce bude věnován multikriteriální rozhodovací analýze technických parametrů u přístroje Cryogen 3 a Cryo-T Elephant. Technické parametry budou vybrány a hodnoceny expertní skupinou. Pro porovnání přístrojů byla zvolena Saatyho metoda a metoda TOPSIS.

3 Cíle práce

Hlavním cílem diplomové práce je provést ekonomicko-klinické hodnocení kryoterapie u pacientů s entezopatií. Dílčí cíle vedou k naplnění hlavního cíle diplomové práce.

Dílčí cíle:

- Provést analýzu současného stavu klinicko-ekonomického hodnocení kryoterapie u pacientů s entezopatií v České republice a ve světě.
- Analyzovat přístroje, které využívají tuto fyzikální léčebnou metodu a uvést jejich výhody a nevýhody.
- Na základě analýzy současného stavu stanovit vhodné metody pro ekonomicko-klinické hodnocení kryoterapie u pacientů s entezopatií.
- Vytvořit expertní skupinu, která se bude skládat ze čtyř odborníků na danou problematiku
- Získat ekonomicko-klinická data z rehabilitačních pracovišť, kde aplikují kryoterapii u pacientů s entezopatií.
- Získat ekonomicko-technická data od dodavatelů přístrojů sloužících k aplikaci lokální kryoterapie.
- Klinická data statisticky zhodnotit pomocí vhodných statistických testů.
- Analyzovat získaná ekonomická data a technická data z rehabilitačních pracovišť a dodavatelů přístrojů pro kryoterapii na území České republiky.
- Vybrat vhodná klinická kritéria pro srovnání a provést analýzu nákladové efektivity.
- Provést analýzu nákladové efektivity ze dvou perspektiv. Aplikovat analýzu nákladové efektivity z perspektivy zdravotnického zařízení a z perspektivy pacienta.
- Výsledky analýzy nákladové efektivity ověřit analýzou senzitivity.
- Provést multikriteriální rozhodovací analýzu pro srovnání technických parametrů dvou přístrojů sloužící pro aplikaci lokální kryoterapie.
- Vybrat vhodná technická kritéria pro srovnání a stanovit váhy jednotlivých kritérií na základě hodnocení expertní skupinou.
- Vybrat a provést multikriteriální rozhodování variant pomocí vhodné metody.

4 Metody

Cílem této kapitoly bylo seznámení s metodami, které byly aplikovány v praktické části diplomové práce. V této části práce bylo popsáno ekonomicko-klinické hodnocení, byly popsány náklady, typy nákladových analýz využívaných v HTA (Health technology assessment). Pro hodnocení byla vybrána analýza nákladové efektivity. Dále byla popsána multikriteriální rozhodovací analýza. Váhy jednotlivých kritérií byly určeny pomocí Saatyho metody. Multikriteriální rozhodování bylo provedeno metodou TOPSIS. V závěru této kapitoly byly popsány statistické metody, které byly použity pro statistické hodnocení klinických dat.

4.1 Sběr dat

Sběr dat probíhal oslovením dvou vybraných nestátních zdravotnických zařízení, která disponují přístrojem pro lokální kryoterapii. Jedno rehabilitační pracoviště se nachází v Praze a druhé se nachází v kraji Vysočina. Obě pracoviště provádějí aplikaci lokální kryoterapie u pacientů s entezopatií. Sběr dat dále probíhal oslovením dvou vybraných dodavatelů, kteří se zabývají prodejem zdravotnických přístrojů na území České republiky. Jména rehabilitačních zařízení a dodavatelů nebudou zveřejněna, jelikož si přejí zůstat v anonymitě. Získaná ekonomicko-klinická data pro účely praktické části diplomové práce byla hodnocena pomocí přístupů vhodných pro ekonomicko-klinické zhodnocení v praktické části diplomové práce.

4.2 Ekonomicko-klinické hodnocení

Cílem ekonomicko-klinických analýz, určit vztah mezi náklady a přínosy (klinický efekt) hodnocené intervence v porovnání s komparátorem. Vyjadřují v číselné podobě, která technologie je výhodnější z hlediska nákladů, přínosů a kvality dané technologie. Náklady intervence měříme vždy v peněžních jednotkách, zatímco při měření přínosů a kvality dané intervence mluvíme o efektu nebo výstupech. Výběr vhodné nákladové analýzy je závislý na výběru, čeho chceme docílit [28-34].

4.2.1 Parametry nákladových studií

Parametry nákladových studií mohou ovlivňovat kalkulaci nákladů a výsledků v nákladových analýzách. Mezi důležité parametry ovlivňující nákladové analýzy, spadá volba perspektivy, časový horizont, komparátor, metoda sběru dat, diskontování, analýza citlivosti, přímé náklady, nepřímé náklady a vybrané klinické výstupy [31-33].

- Perspektiva

Perspektiva je úhel pohledu, ze kterého jsou posuzovány náklady a přínosy (efekt) dané intervence. Perspektivou může být chápána například celá společnost, plátce – třetí strana (v ČR zdravotní pojišťovna), lékař, nemocnice nebo pacient [31, 32]. Nákladová analýza v praktické části diplomové práce bude hodnocena z perspektivy zdravotnického zařízení a perspektivy pacienta.

- Časový horizont

Časový horizont je období, ve kterém jsou náklady konkrétních intervencí brány v úvahu. Období by mělo být dostatečně dlouhé, z důvodu zachycení maximálních počtu nákladů a přínosů hodnocených technologií [31, 32]. Časovým horizontem v rámci diplomové práce bude období mezi první a desátou aplikací lokální kryoterapie.

- Komparátor

Intervence, se kterou srovnáváme náklady a přínosy (efekt) nové intervence. Komparátorem může být například standardní péče (současná nejlepší praxe), aktivní léčba nebo žádný zásah [31, 32]. V praktické části diplomové práce bude komparátorem léčba pomocí přístroje Cryo-T Elephant.

- Přímé náklady

Přímé náklady jsou formulovány jako hodnoty všech prostředků, které jsou vynaloženy na zdravotní intervenci u dané technologie. Přímé náklady dělíme na zdravotnické a nezdravotnické. Přímé zdravotnické náklady představují zejména výdaje na ambulantní péči, lůžkovou péči, náklady na operaci, použitý materiál, mzdy zaměstnanců, farmakoterapie a další. Přímé nezdravotnické náklady představují náklady na transport pacientů a jejich výdaje (například platby za léky a zdravotnické prostředky nebo náklady na dopravu k lékaři) [30-33, 35].

- Nepřímé náklady

Nepřímé náklady jsou úzce spojené se ztrátou nebo omezením produktivity, jak pacienta nebo pečovatele o pacienta (např. člen rodiny) nebo snížením společenského uplatnění. Dále mezi nepřímé náklady řadíme zejména náklady spojené s předčasným úmrtím, invaliditou a předčasným odchodem do důchodu, ošetřováním pacienta mimo zdravotnické zařízení. Nepřímé náklady nenese zdravotnické zařízení, ale pacient a s tím také celá společnost (transferové platby) [30-33].

- Analýza senzitivity

Analýza senzitivity je způsob, který je zkoumán dopad nepřesností na výsledky nákladových analýz [38]. Analýza senzitivity je popsána v kapitole 4.2.5. V praktické části diplomové práce bude aplikována jednocestná analýza senzitivity.

4.2.2 Typy nákladových analýz

Pro ekonomicko-klinické hodnocení zdravotnických přístrojů a léčiv používáme nákladové analýzy. Existuje celá řada nákladových analýz, jejichž vhodnost záleží na dostupnosti údajů [28, 31, 36].

Typy nákladových analýz:

- Výpočet nákladů na onemocnění (COI),
- Výpočet nákladů na léčbu (COT),
- Analýza minimalizace nákladu (CMA),
- Analýza nákladů a přínosů (CBA),
- Analýza nákladové efektivity (CEA),
- Analýza nákladů a užítku (CUA),
- Analýza nákladů a důsledku (CCA),
- Analýza dopadů na rozpočet (BIA) [31, 36].

4.2.3 Analýza nákladové efektivity

Pro ekonomicko-klinické zhodnocení byla vybrána CEA. Jedná se o metodu, která slouží k porovnání dvou nebo více alternativních technologií měřením vynaložených nákladů a vyvolaných efektů. Metoda je vhodná při porovnání různých intervencí v rámci jedné zdravotní komplikace nebo diagnózy. Hlavní přednost metody spočívá v tom, že nevyžaduje převod efektu na peněžní jednotky [28-32, 34, 35, 37, 39].

Koeficient ICER

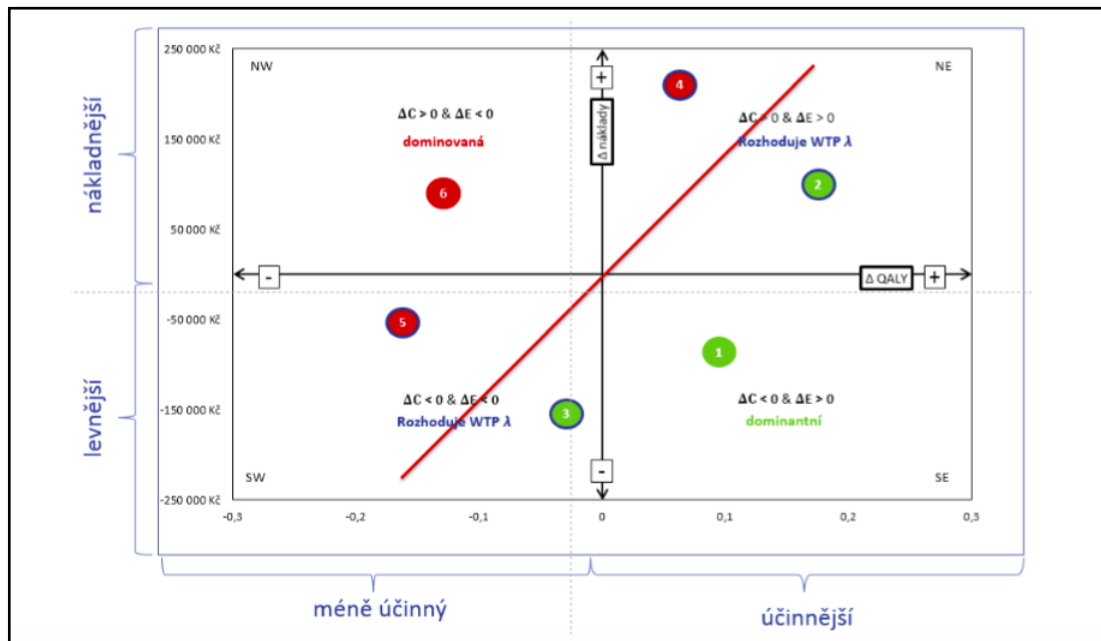
Koeficient ICER (incremental cost effectiveness ratio) je dán poměrem rozdílu nákladů léčebných intervencí a rozdílu klinických efektů. Při porovnání dvou rozdílných intervencí (stejně diagnózy), které mají rozdílné náklady a vyvolávají různé efekty, usnadňuje koeficient ICER rozhodování, zda zavést novou zdravotnickou technologii nebo zachovat stávající technologii [30, 35, 37, 38].

Pro výpočet koeficientu ICER se používá vztah:

$$ICER = \frac{C_n - C_0}{E_n - E_0} = \frac{\Delta C}{\Delta E}, \quad (4.1)$$

kde C_0 označuje náklady na stávající intervenci v peněžních jednotkách (komparátor) a E_0 vyjadřuje efekt stávající intervence (komparátor). C_n označuje náklady na novou intervenci v peněžních jednotkách a E_n vyjadřuje efekt nové intervence. [30, 38]

Rozlišujeme 4 kvadranty v rámci cost-effectiveness plane (obrázek 4.1), kam může spadat výsledek nákladové efektivity. Kvadranty jsou označovány podle světových stran - north-east (NE), south-east (SE), south-west (SW), north-west (NW) [35].



Obrázek 4.1: Grafické znázornění možných výsledků [35]

Výsledky spadající do pravého dolního kvadrantu jsou považovány dominantní (nákladově efektivní) neboť platí $\Delta C < 0$; $\Delta E > 0$. Výsledky spadající do levého horního kvadrantu jsou považovány za dominované (nákladově neefektivní) neboť platí $\Delta C > 0$; $\Delta E < 0$. V případě výsledků spadající do pravého horního kvadrantu nebo levého dolní kvadrantu neboť platí $\Delta C > 0$; $\Delta E > 0$ nebo $\Delta C < 0$; $\Delta E < 0$ nelze jednoznačně rozhodnout o nákladové efektivitě. Nákladová efektivitu je určena na základě ICER a prahové hodnotě λ , která vyjadřuje hranici ochoty platit. Varianty výsledků jsou shrnuty v následující tabulce 4.1 [35, 37].

Tabulka 4.1: Shrnutí interpretace výsledků [35]

| Scénář | Kvadrant | ΔC | ΔE | $\Delta C/\Delta E \sim \lambda$ |
|--------|----------|----------------|----------------|---|
| 1 | SE | $\Delta C < 0$ | $\Delta E > 0$ | Nákladově efektivní, dominantní intervence |
| 2 | NE | $\Delta C > 0$ | $\Delta E > 0$ | $ICER < \lambda$, nákladově efektivní intervence |
| 3 | SW | $\Delta C < 0$ | $\Delta E < 0$ | $ICER > \lambda$ nákladově efektivní intervence |
| 4 | NE | $\Delta C > 0$ | $\Delta E > 0$ | $ICER > \lambda$, nákladově neefektivní intervence |
| 5 | SW | $\Delta C < 0$ | $E < 0$ | $ICER < \lambda$, nákladově neefektivní intervence |
| 6 | NW | $\Delta C > 0$ | $E < 0$ | Nákladově neefektivní, dominovaná intervence |

4.2.4 Analýza senzitivity

Analýza senzitivity je způsob, kterým je zkoumán dopad nepřesností na výsledky ekonomicko-klinického hodnocení. Analýza senzitivity posuzuje, zda jsou výsledky v základním scénáři spolehlivé nebo naopak nejisté. Na základě analýzy senzitivity lze určovat závěry o nákladové efektivitě dané intervence. Z tohoto důvodu je nedílnou součástí každého ekonomicko-klinického hodnocení [35, 37, 38].

V praktické části diplomové práce, v rámci hodnocení nákladové efektivity, bude aplikována jednocestná analýza senzitivity. Jednocestná analýza senzitivity (OWSA – one-way sensitivity analysis) zkoumá vliv jedné proměnné v čase [35, 37, 38].

4.3 Multikriteriální rozhodovací analýza (Multiple criteria Decisional Analysis)

Multikriteriální rozhodovací analýza (MCDA - Multiple criteria Decisional Analysis) je založena na matematickém modelování pro zhodnocení minimálně dvou možných alternativ (například přístrojů) na základě více kritérií. Důležitým bodem pro MCDA je vytvoření tzv. expertní skupiny, která je složena z odborníků. Na základě své odbornosti a vzdělání mohou hodnotit dané alternativy a stanovit vhodná kritéria hodnocení [30, 40-45].

Prvním důležitým krokem je stanovit vhodná kritéria hodnocení a přiřadit adekvátní váhu kritériím. V praktické části diplomové práce bude použita pro stanovení vah hodnocených kritérií Saatyho matice, která bude podrobně popsána v následující kapitole 4.3.1 [30, 40, 41, 44].

Dalším důležitým krokem je výběr vhodné metody multikriteriálního rozhodování. V praktické části diplomové práce bude použita pro multikriteriální hodnocení metoda TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution), která bude podrobně popsána v následující kapitole 4.3.2 [30, 40, 41, 44].

4.3.1 Saatyho metoda

Saatyho metoda je založena na principu kvantitativního párového porovnání kritérií. Slouží pro stanovení vah jednotlivých kritérií. Saatyho metoda zaznamenává, které kritérium z páru je pro nás významnější a také, o kolik je kritérium významnější. Pro hodnocení preferencí mezi jednotlivými kritérii se používá stupnice, která je uvedena v tabulce 4.2. V případě, že jedno kritérium je méně důležité než druhé, se používá převrácená hodnota bodové stupnice. Lze využít i hodnoty mezistupně (hodnoty 2, 4, 6 a 8) [41, 42].

Tabulka 4.2: Stupnice hodnocení kritérií [42]

| Body | Slovní hodnocení |
|------|--|
| 1 | Obě kritéria mají stejný význam |
| 3 | První kritérium má mírně větší význam než druhé |
| 5 | První kritérium má dosti větší význam než druhé |
| 7 | První kritérium má prokazatelně větší význam než druhé |
| 9 | První kritérium má absolutně větší význam než druhé |

Výsledky získané z párového srovnání kritérií zaznamenáváme do Saatyho matice podle vztahu [41, 42].

$$S = (s_{ij}, i, j = 1, 2, \dots, k) \quad (4.2)$$

Prvky Saatyho matice s_{ij} definujeme jako podíl vah i -tého a j -tého kritéria podle vztahu [41].

$$s_{ij} \approx \frac{v_i}{v_j}, \quad i, j = 1, 2, \dots, k \quad (4.3)$$

Pro prvky Saatyho matice musí platit následující vztahy [41].

$$s_{ii} = 1, \quad i = 1, 2, \dots, k \quad (4.4)$$

$$s_{ij} = \frac{1}{s_{ji}} \quad (4.5)$$

Na diagonále Saatyho matice musí být vždy hodnoty 1, což znamená, že každé kritérium je samo sobě rovnocenné. Obecný tvar Saatyho matice je uveden v tabulce 4.3 [41-43].

Tabulka 4.3: Obecný tvar Saatyho matice [42]

| | | | | |
|-----|--------------------|--------------------|-----|----------|
| s | 1 | 2 | ... | n |
| 1 | 1 | s_{12} | ... | s_{n1} |
| 2 | $\frac{1}{s_{21}}$ | 1 | ... | s_{n2} |
| ... | ... | ... | 1 | ... |
| n | $\frac{1}{s_{n1}}$ | $\frac{1}{s_{n2}}$ | ... | 1 |

Pro samotný výpočet vah kritérií je možno použít několik metod výpočtu. Metody výpočtu dělíme na exaktní a aproximativní způsob stanovení vah. Exaktní metody jsou spojeny s náročnými výpočty a většinou bývá využita výpočetní technika u rozsáhlejších souborů. Aproximativní metody patří mezi jednodušší způsoby stanovení vah kritérií a bývají v praxi často využívány. Nejčastěji používaný postup výpočtu váhy kritéria v rámci Saatyho metody je tzv. metoda normalizovaného geometrického průměru řádků Saatyho matice (metoda logaritmicky nejmenších čtverců) [42-44].

Hodnotu b_i vypočteme jako geometrický průměr řádků Saatyho matice podle následujícího vztahu [42].

$$b_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n s_{ij}} \quad (4.6)$$

Váhy kritéria následně vypočteme normalizací hodnot b_i podle následující vztahu [42].

$$v_i = \frac{b_i}{\sum_{j=1}^n b_j} \quad (4.7)$$

4.3.2 TOPSIS

Metoda TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) je založena na výběru variant z hlediska jejich vzdálenosti od ideální a bazální varianty. Princip spočívá ve vytvoření ideální varianty – technologie, která by teoreticky dosahovala nejlepších hodnot ve všech zvolených parametrech. Za nejvhodnější z reálných variant můžeme považovat takovou, která je nejbliž ideální variantě (H) a nejdále od bazální varianty (D). Postup výpočtu spočívá v několika následujících krocích [30, 40, 41, 45].

1. Sestavení normalizované kritériální matice $R=(r_{ij})$ podle následujícího vztahu [40, 41].

$$r_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n y_{ij}^2}} \quad (4.8)$$

2. Výpočet normalizované vážené kritériální matice $W = w_{ij}$ podle následujícího vztahu [40, 41].

$$w_{ij} = v_j r_{ij} \quad (4.9)$$

- Z hodnot matice W určíme ideální variantu H s ohodnocením (h_1, h_2, \dots, h_m) a bazální variantu D s ohodnocením (d_1, d_2, \dots, d_m) [40, 41].
- Výpočet vzdálenosti jednotlivých variant podle následujících vzorců [40, 41].

od ideální varianty

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^k (W_{ij} - H_j)^2} \quad (4.10)$$

od bazální varianty

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^k (W_{ij} - D_j)^2} \quad (4.11)$$

- Výpočet relativního ukazatele vzdálenosti jednotlivých variant od bazální varianty podle následujícího vzorce [40, 41].

$$c_i = \frac{D_i^-}{D_i^- - D_i^+} \quad (4.12)$$

- Hodnoty relativního ukazatele nabývají hodnot mezi 0 a 1. Hodnotu 0 nabývá bazální varianta a hodnotu 1 ideální varianta [40, 41].
- Vypočtené varianty relativního ukazatele seřadíme sestupně. Variantu s nejvyšší hodnotou považujeme za nejvhodnější variantu. Naopak variantu s nejnižší hodnotou považujeme za nejméně vhodnou variantu [40, 41].

4.4 Statistické zpracování klinických dat

Normální rozdělení klinických dat bude ověřeno v praktické části diplomové práce pomocí histogramu a Shapiro-Wilkova testu. Efekt přístroje Cryo-T Elephant a Cryogen 3 bude testován pomocí párového t-testu a srovnán pomocí Welchova t-testu. Pro srovnávané skupiny budou vypočteny průměry a směrodatné odchylky a dále pomocí pořadové statistiky (medián, dolní a horní kvartil, minimum a maximum) budou zobrazeny pomocí kategorizovaného krabicového grafu. Trend v bolestivosti bude pro obě terapie zobrazen pomocí grafu průměrů s 95 % intervaly spolehlivosti. Všechny výpočty budou provedeny pomocí programu STATISTICA 13 na hladině významnosti 5 %.

5 Výsledky

Cílem této kapitoly je seznámení s výsledky ekonomicko-klinického hodnocení lokální kryoterapie u pacientů s entezopatie. V této části diplomové práce je představena expertní skupina a získaná klinická data. Získaná klinická data ze dvou rehabilitačních pracovišť jsou statisticky vyhodnocena. Vyhodnocená klinická data jsou použita pro analýzu nákladové efektivity lokální kryoterapie. Jsou zde prezentovány výpočty a výsledky pro posouzení nákladové efektivity lokální kryoterapie u pacientů s entezopatií z perspektivy zdravotnického zařízení a perspektivy pacienta. Senzitivita výsledků nákladové efektivity je posouzena jednocestnou analýzou senzitivity. V závěru této kapitoly jsou použité přístroje pro aplikaci lokální kryoterapie technicky zhodnoceny mezi sebou pomocí multikriteriální rozhodovací analýzy.

5.1 Expertní skupina

Expertní skupina je složená ze čtyř odborníků v oboru rehabilitace a fyzikální medicíny. Ve skupině jsou tři fyzioterapeuti, kteří jsou absolventy ČVUT Fakulty biomedicínského inženýrství, kteří mají bohaté zkušenosti v oboru rehabilitace a fyzikální medicíny. Posledním členem expertního týmu byla rehabilitační lékařka s mnohaletými zkušenostmi v oboru rehabilitace a fyzikální medicíny z českých nemocnic. Všichni členové expertní skupiny si přáli zůstat v anonymitě v rámci diplomové práce. Z tohoto důvodu nebudou uvedeny bližší informace o členech expertního týmu.

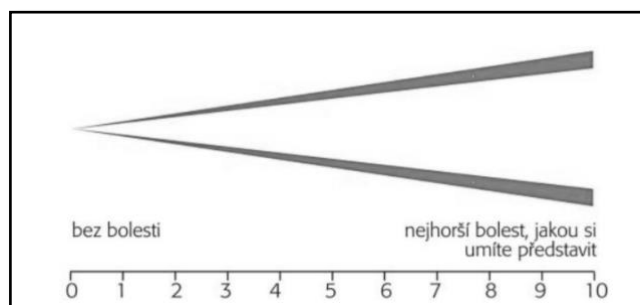
Na základě odborného hodnocení expertní skupiny byla vybrána vhodná kritéria hodnocení dané technologie pro multikriteriální rozhodovací analýzu. Následně byly přiřazeny váhy jednotlivým kritériím, která byla hodnocena na základě hodnocení všech členů expertní skupiny.

5.2 Analýza klinických dat

Klinická data pocházejí ze dvou rehabilitačních pracovišť. Pracoviště si přejí zůstat v anonymitě, tak budou v této diplomové práci označovány jako pracoviště A a B. Obě pracoviště jsou nestátní zdravotnická zařízení (NZZ) a disponují přístrojem sloužící k aplikaci lokální kryoterapie. Na pracovišti A se používá přístroj Cryo-T Elephant a na pracovišti B přístroj Cryogen 3. Oba přístroje používají jako chladicí médium kapalný dusík.

Poskytnutá klinická data se zaměřují pouze na pacienty, kteří trpí entezopatií. Pacientům byla aplikována kryoterapie v deseti opakováních. Pacienti hodnotili efektivitu léčby na základě subjektivního pocitu po aplikaci kryoterapie na postižené

místo. Efektivita byla hodnocena na desetistupňové škále, kde 10 představovala největší bolest, jakou si můžete představit a 0 stav bez bolesti. Změna čísla oproti minulému číslu (minulé proceduře) udávala zlepšení, zhoršení nebo stejný stav.



Obrázek 5.1: Vizuálně analogová škála [46]

5.2.1 Pracoviště A

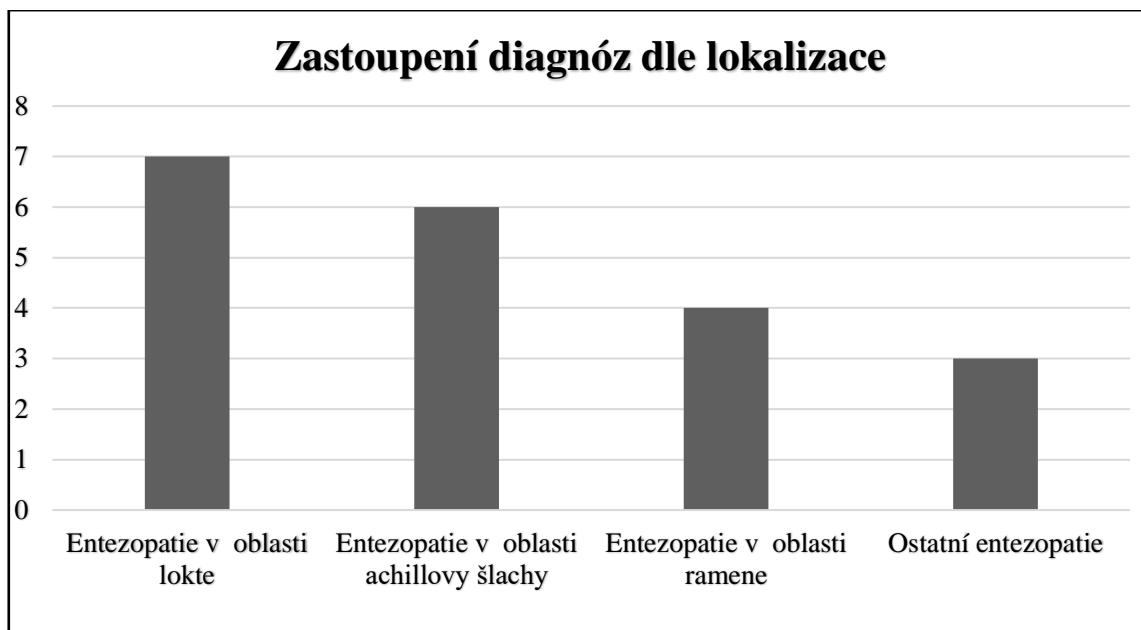
Na pracovišti A bylo přístrojem Cryo-T Elephant ošetřeno celkem 20 pacientů, kteří trpěli entezopatií. Z celkového počtu pacientů 20 podstoupilo léčbu 13 mužů a 7 žen o průměrném věku 48,95 let. Nejčastěji se pacienti léčili s tenisovým loktem (radiální epikondylitida). Každému pacientovi byla léčba aplikována celkem desetkrát jako na pracovišti A. Na základě subjektivního hodnocení pacientů podle vizuální analogové škály docházelo k průměrnému zlepšení mezi první a desátou procedurou o 52,5 %.

V následující tabulce 5.1 jsou pacienti kategorizováni podle věku. U každé věkové kategorie byla spočítána hodnota průměrného klinického efektu léčby.

Tabulka 5.1: Věkové rozdělení pacientů v souboru – Cryo-T Elephant [vlastní zpracování]

| Věkové rozmezí | Počet | % | Průměrný efekt % |
|----------------|-------|-------|------------------|
| Do 30 let | 3 | 15,00 | 66,7 |
| 31-45 let | 6 | 30,00 | 55,0 |
| 46-60 let | 7 | 35,00 | 48,6 |
| 61-75 let | 2 | 10,00 | 50,0 |
| Nad 75 let | 2 | 10,00 | 40,0 |

Na pracovišti A se pacienti nejčastěji léčili s entezopatií v oblasti loketního kloubu a Achillovy šlachy. Dále byla léčba aplikována pacientům s entezopatií v oblasti ramenního kloubu. Zastoupení diagnóz u pacientů, kteří byli léčeni přístrojem Cryo-T Elephant je zobrazeno v následujícím obrázku 5.2.



Obrázek 5.2 Zastoupení diagnóz v souboru – Cryo-T Elephant [vlastní zpracování]

5.2.2 Pracoviště B

Na pracovišti B bylo přístrojem Cryogen 3 ošetřeno celkem 33 pacientů, kteří trpěli entezopatií. Z celkového počtu pacientů 33 podstoupilo léčbu 20 mužů a 13 žen o průměrném věku 43,61 let. Každému pacientovi byla léčba aplikována celkem desetkrát. Na základě subjektivního hodnocení pacientů podle vizuální analogové škály docházelo k průměrnému zlepšení mezi první a desátou procedurou o 60,6 %.

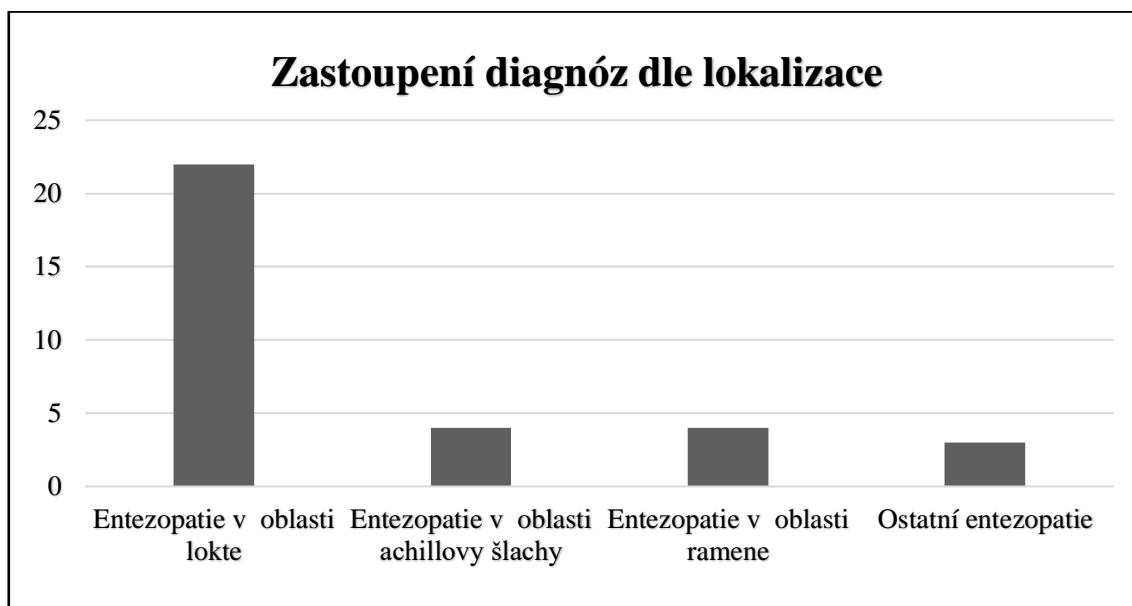
V následující tabulce 5.2 jsou pacienti kategorizováni podle věku. U každé věkové kategorie byla spočítána hodnota průměrného klinického efektu léčby.

Tabulka 5.2: Věkové rozdělení pacientů v souboru – Cryogen 3 [vlastní zpracování]

| Věkové rozmezí | Počet | % | Průměrný efekt % |
|----------------|-------|-------|------------------|
| Do 30 let | 5 | 15,15 | 64,0 |
| 31-45 let | 18 | 54,55 | 59,4 |
| 46-60 let | 7 | 21,21 | 67,1 |
| 61-75 let | 3 | 9,09 | 46,7 |
| Nad 75 let | 0 | 0,00 | 0,0 |

Na pracovišti B se pacienti nejčastěji léčili s entezopatií v oblasti loketního kloubu. Mezi entezopatie v oblasti lokte řadíme například s tenisovým loktem (radiální epikondylitida) nebo golfovým loktem (ulnární epikondylitida). Dále byla léčba aplikována pacientům s entezopatií v oblasti achillovy šlachy nebo ramenního kloubu.

Zastoupení diagnóz u pacientů, kteří byli léčeni přístrojem Cryogen 3 je zobrazeno v následujícím obrázku 5.3.

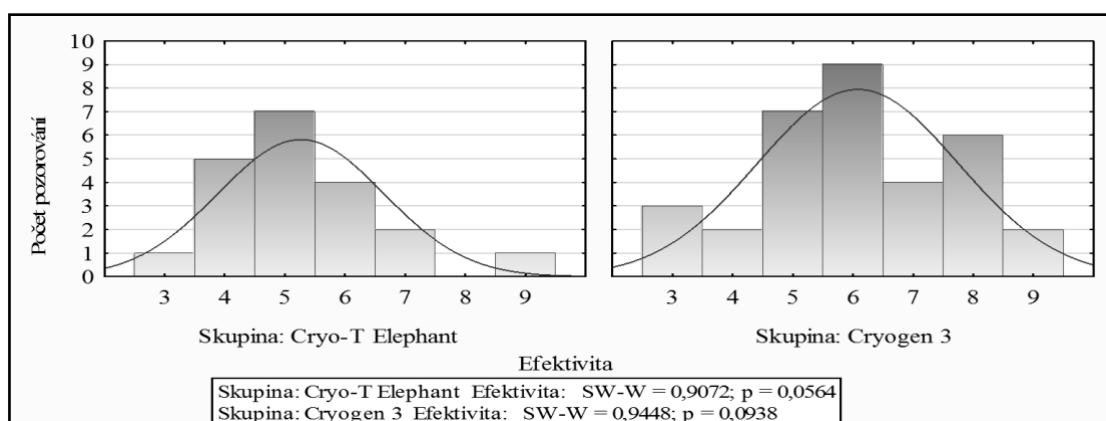


Obrázek 5.3: Zastoupení diagnóz v souboru – Cryogen 3 [vlastní zpracování]

5.2.3 Vyhodnocení klinických dat

Testování normálního rozložení

Na základě histogramů efektivity pro obě srovnávané skupiny lze konstatovat, že se data nejčastěji vyskytují okolo středu a nejsou přítomny výrazné asymetrie. P-hodnota Shapiro-Wilkova testu pro obě skupiny vyšla vyšší než 0,05 a lze předpokládat normální rozdělení dat a pro testování efektivity lze použít parametrické testy.



Obrázek 5.4: Testování normálního rozložení [vlastní zpracování]

Testování hypotéz

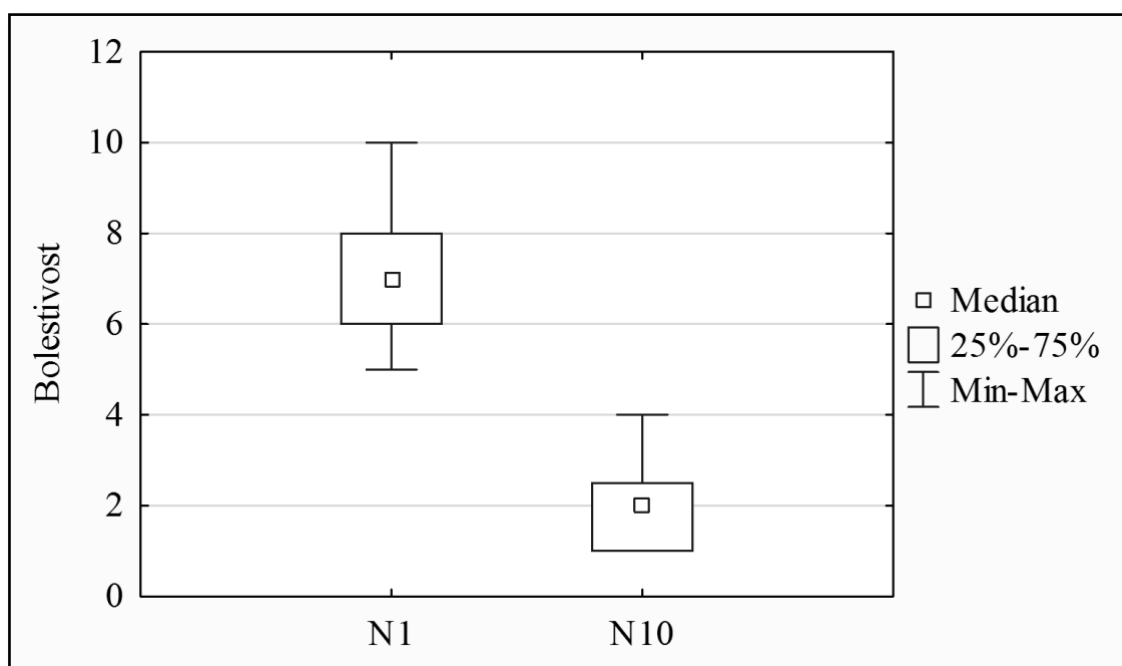
H_0 : Bolestivost se na začátku a na konci terapie pomocí přístroje Cryo-T Elephant neliší.

H_A : Bolestivost se na začátku a na konci terapie pomocí přístroje Cryo-T Elephant liší.

Tabulka 5.3: Párový t-test – Cryo-T Elephant [vlastní zpracování]

| Měření | Počet | Průměr | Směrodatná odchylka | P-hodnota |
|-------------|-------|--------|---------------------|-------------------|
| Návštěva 1 | 20 | 7,1 | 1,4 | 0,000 |
| Návštěva 10 | 20 | 1,9 | 0,9 | (zamítáme H_0) |

Bolestivost při první návštěvě terapie pomocí přístroje Cryo-T Elephant činila v průměru 7,1 při směrodatné odchylce 1,4. Při poslední návštěvě této terapie činila bolestivost v průměru 1,9 při směrodatné odchylce 0,9. P-hodnota párového t-testu vyšla s ohledem na 3 desetinná místa 0,000, tj. nižší než 0,05. Nulová hypotéza byla zamítnuta ve prospěch alternativní hypotézy. Na hladině významnosti 0,05 byl prokázán rozdíl v bolestivosti při první a poslední návštěvě terapie na základě přístroje Cryo-T Elephant. Bolestivost při poslední návštěvě byla statisticky významně nižší než při první návštěvě. Pořadové statistiky byly zobrazeny pomocí kategorizovaného krabicového grafu na obrázku 5.5.



Obrázek 5.5: Krabicový graf bolestivosti (první x desátá návštěva) – Cryo-T Elephant [vlastní zpracování]

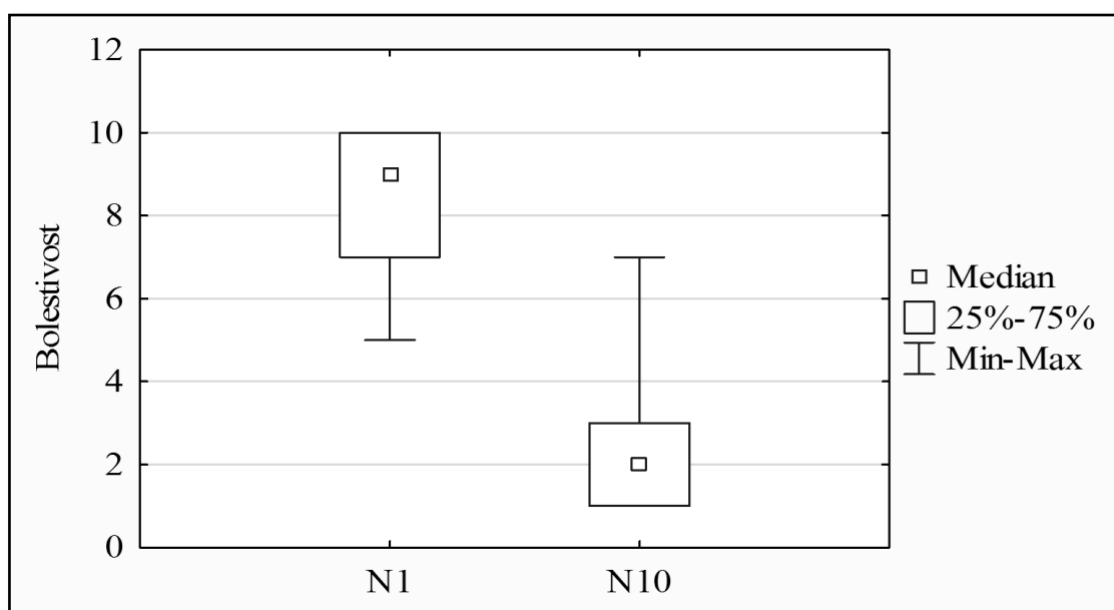
H₀: Bolestivost se na začátku a na konci terapie pomocí přístroje Cryogen 3 neliší.

H_A: Bolestivost se na začátku a na konci terapie pomocí přístroje Cryogen 3 liší.

Tabulka 5.4: Párový t-test – Cryogen 3 [vlastní zpracování]

| Měření | Počet | Průměr | Směrodatná odchylka | P-hodnota |
|-------------|-------|--------|---------------------|----------------------------|
| Návštěva 1 | 33 | 8,4 | 1,5 | 0,000 |
| Návštěva 10 | 33 | 2,3 | 1,6 | (zamítáme H ₀) |

Bolestivost při první návštěvě terapie pomocí přístroje Cryogen 3 činila v průměru 8,4 při směrodatné odchylce 1,5. Při poslední návštěvě této terapie činila bolestivost v průměru 2,3 při směrodatné odchylce 1,6. P-hodnota párového t-testu vyšla s ohledem na 3 desetinná místa 0,000, tj. nižší než 0,05. Nulová hypotéza byla zamítnuta ve prospěch alternativní hypotézy. Na hladině významnosti 0,05 byl prokázán rozdíl v bolestivosti při první a poslední návštěvě terapie na základě přístroje Cryogen 3. Bolestivost při poslední návštěvě byla statisticky významně nižší než při první návštěvě. Pořadové statistiky byly zobrazeny pomocí kategorizovaného krabicového grafu na obrázku 5.6.



Obrázek 5.6: Krabicový graf bolesti (první x desátá návštěva) – Cryo-T Elephant [vlastní zpracování]

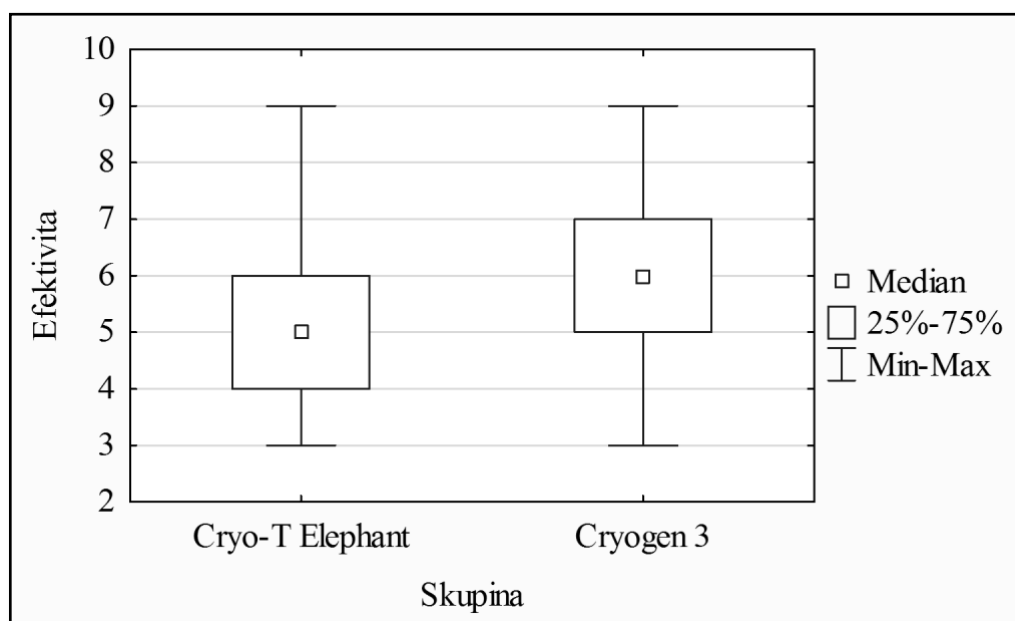
H₀: Efektivita terapie pomocí přístrojů Cryogen 3 a Cryo-T Elephant se neliší.

H_A: Efektivita terapie pomocí přístrojů Cryogen 3 a Cryo-T Elephant se liší.

Tabulka 5.5: Welchův t-test [vlastní zpracování]

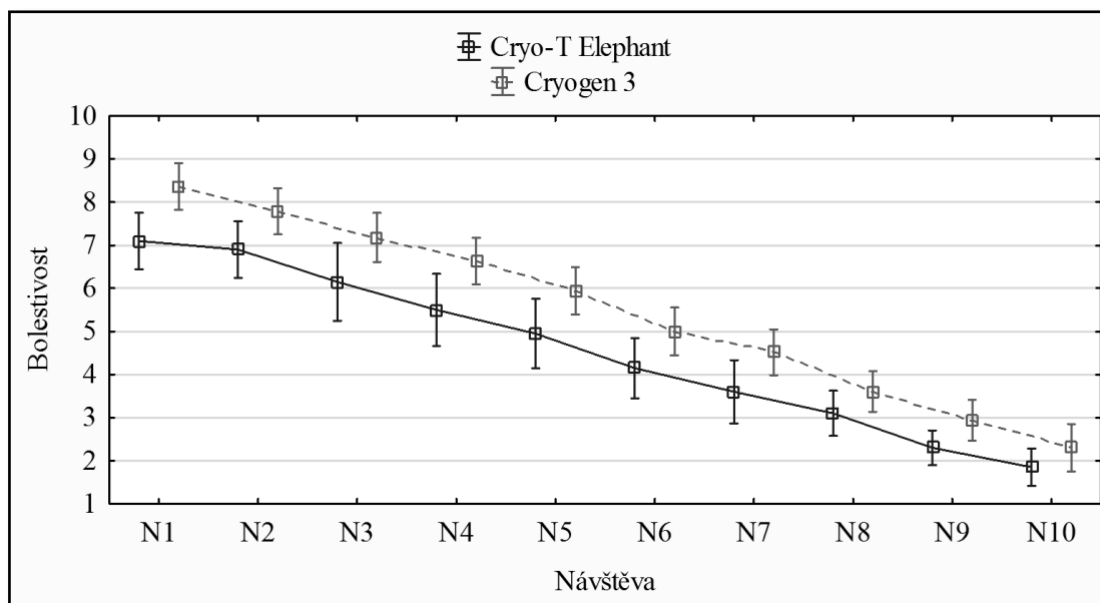
| Skupina | Počet | Průměrná efektivita % | Směrodatná odchylka | P-hodnota |
|-----------------|-------|-----------------------|---------------------|------------------------------|
| Cryo-T Elephant | 20 | 52,5 | 1,4 | 0,060 |
| Cryogen 3 | 33 | 60,6 | 1,7 | (nezamítáme H ₀) |

Průměrná efektivita terapie činila 52,5 % při směrodatné odchylce 1,4 pro terapii pomocí přístroje Cryo-T Elephant a 60,6 % při směrodatné odchylce 1,7 pomocí přístroje Cryogen 3. P-hodnota Welchova t-testu vyšla s ohledem na 3 desetinná místa 0,060, tj. vyšší než 0,05. Nulová hypotéza nebyla zamítnuta. Na hladině významnosti 0,05 nebyl prokázán rozdíl v efektivitě terapie pomocí přístrojů Cryogen 3 a Cryo-T Elephant. Pořadové statistiky byly zobrazeny pomocí kategorizovaného krabicového grafu na obrázku 5.7.



Obrázek 5.7: Krabicový graf efektivita přístrojů [vlastní zpracování]

Následující graf na obrázku 5.7 zobrazuje pro oba přístroje klesající trend bolestivosti postupně od první po desátou návštěvu. Zobrazeny jsou průměry a 95 % intervaly spolehlivosti. Na základě grafu lze interpretovat, že skupina využívající terapii pomocí přístroje Cryogen 3 měla na startu i na konci terapie vyšší bolestivost než skupina využívající terapii pomocí přístroje Cryo-T Elephant, přičemž trend snižování bolestivosti je pro oba přístroje téměř totožný.



Obrázek 5.8: Průměrná bolestivost mezi jednotlivými procedurami [vlastní zpracování]

5.3 Analýza nákladové efektivity z perspektivy zdravotnického zařízení

Na základě získaných dat byla provedena analýza nákladové efektivity. Pro hodnocení nákladové efektivity lokální kryoterapie u pacientů s entezopatií bylo porovnáváno pracoviště A a pracoviště B, kde využívají dva rozdílné přístroje pro aplikaci lokální kryoterapie. Na pracovišti A pomocí přístroje Cryo-T Elephant je aplikována kryoterapie po dobu 4 minut a na pracovišti B pomocí přístroje je aplikována kryoterapie po dobu 3 minut. Pro hodnocení CEA byly vypočteny celkové náklady na léčbu kryoterapií (celkem 10 aplikací). Na pracovištích je provedeno průměrně 1 700 aplikací kryoterapie ročně. V případě kompletní léčby, která se skládá z 10 aplikací, tak průměrný počet pacientů ošetřených kryoterapií je 170.

Využití kryoterapie není omezeno pouze v oboru Rehabilitační a fyzikální medicíny. Je možno aplikovat nejen u pacientů s entezopatií, ale i v souvislosti s terapií jiných diagnóz. Vzhledem k tomu, že obě pracoviště aplikují kryoterapii zejména pacientům s entezopatií a délka aplikace kryoterapie se neliší od ostatních diagnóz, bude nákladová efektivita kalkulována pro průměrný počet 170 pacientů ročně.

5.3.1 Perspektiva

Analýza nákladové efektivity byla v této části diplomové práci hodnocena z perspektivy zdravotnického zařízení. Perspektiva zdravotnického zařízení byla zvolena na základě poskytnutých dat, jelikož ekonomicko-klinická data pocházejí právě ze dvou zdravotnických zařízení a dodavatelů, kteří nabízejí přístroje zdravotnickým zařízením.

5.3.2 Časový horizont

Časovým horizontem v této části diplomové práce bylo zvoleno období mezi první a desátou aplikací lokální kryoterapie u pacientů s entezopatií. Na základě osobních zkušeností oslovených zdravotnických zařízení, bylo zjištěno, že 10 aplikací lokální kryoterapie je považováno za optimální. Efekt léčby byl dán průměrným rozdílem mezi první a desátou aplikací kryoterapie.

5.3.3 Hodnocená intervence a komparátor

V této části diplomové práce byl přístroj Cryogen 3 z pracoviště B označen za hodnocenou intervenci a přístroj Cryo-T Elephant z pracoviště A sloužil jako komparátor k hodnocené intervenci. Oba přístroje patří mezi nové typy přístrojů pro aplikaci lokální kryoterapie a fungující na stejné principu. Z tohoto důvodu byl náhodně přístroj Cryogen 3 označen za hodnocenou intervenci a Cryo-T Elephant za komparátor.

5.3.4 Přímé náklady

Náklady na pořízení přístroje pro lokální kryoterapii představují celkové náklady na pořízení přístroje. Cena přístroje Cryogen 3 bez DPH je 189 000 Kč a přístroj Cryo-T Elephant 160 000 Kč. Daň z přidané hodnoty u přístrojů pro lokální kryoterapii činí 21 %. Celková cena včetně DPH je u hodnocené intervence 228 690 Kč a u komparátora 193 600 Kč. Pořizovací náklady na hodnocenou intervenci Cryogen 3 jsou vyšší o 35 090 Kč oproti komparátoru Cryo-T Elephant. Životnost přístrojů udávána výrobcem je 10 let. Záruční lhůta činí 24 měsíců. V následující tabulce 5.6 jsou uvedeny celkové náklady na pořízení přístrojů.

Tabulka 5.6: Pořizovací náklady na přístroje pro lokální kryoterapii [vlastní zpracování]

| Přístroj | Cena bez DPH | 21 % DPH | Cena včetně DPH |
|-----------------|---------------|--------------|-----------------|
| Cryogen 3 | 189 000,00 Kč | 39 690,00 Kč | 228 690,00 Kč |
| Cryo-T Elephant | 160 000,00 Kč | 33 600,00 Kč | 193 600,00 Kč |

V případě měsíčního pronájmů přístrojů od dodavatelů zdravotnických přístrojů, celková cena měsíčního pronájmů zahrnuje i servisní náklady na přístroj. Cena pronájmů u přístroje Cryogen 3 bez DPH je 5 500 Kč měsíčně a u přístroje Cryo-T Elephant 4 500 Kč. Daň z přidané hodnoty u pronájmu přístrojů pro lokální kryoterapii činí 21 %. Celková cena měsíčního pronájmu včetně DPH je u hodnocené intervence 6 655 Kč a u komparátoru 5 445 Kč. Pořizovací náklady na hodnocenou intervenci Cryogen 3 jsou vyšší o 1 210 Kč oproti komparátoru Cryo-T Elephant. V následující tabulce 5.7 jsou uvedeny celkové náklady na pronájem přístroje.

Tabulka 5.7: Náklady na pronájem přístroje pro lokální kryoterapii [vlastní zpracování]

| Přístroj | Cena pronájem bez DPH | 21 % DPH | Cena včetně DPH | Roční náklady včetně DPH |
|-----------------|-----------------------|-------------|-----------------|--------------------------|
| Cryogen 3 | 5 500,00 Kč | 1 155,00 Kč | 6 655,00 Kč | 79 860,00 Kč |
| Cryo-T Elephant | 4 500,00 Kč | 945,00 Kč | 5 445,00 Kč | 65 340,00 Kč |

Cena 1 ks láhve s tekutým médiem u přístroje Cryogen 3 je 1 500 Kč bez DPH a u přístroje Cryo-T Elephant 1 800 Kč bez DPH. Daň z přidané hodnoty u láhví s médiem činí 21 %. Celková cena včetně DPH je na 1 ks láhve s médiem u hodnocené intervence 1 815 Kč a u komparátoru 2 178 Kč. Náklady na 1 ks láhve s médiem u hodnocené intervence jsou nižší o 363 Kč oproti komparátoru Cryo-T Elephant. Na pracovišti A, kde používají přístroj Cryo-T Elephant, je průměrná spotřeba láhví za 1 rok 57 ks a na pracovišti B, kde používají přístroj Cryogen 3 je 59 ks. Na základě statistických dat z obou pracovišť víme, že průměrný počet zákroků na 1ks láhve u přístroje Cryo-T Elephant je 30 zákroků a u přístroje Cryogen 3 je 29 zákroků. Průměrný roční počet zákroků provedených na obou pracovištích je 1 700 zákroků. Průměrný počet spotřebovaných láhví za rok je dán podílem mezi ročním počtem provedených zákroků a průměrný počtem zákroků na 1 ks láhve. V případě odběru alespoň 1 ks láhve s tekutým médiem měsíčně od dodavatele, je kalibrační servis přístroje 1x měsíčně zdarma. V následující tabulce 5.8 jsou uvedeny celkové náklady při nákupu láhví s médiem.

Tabulka 5.8: Náklady na láhve s médiem [vlastní zpracování]

| Přístroj | Požizovací cena 1 ks bez DPH | 21 % DPH | Cena včetně DPH | Průměrný počet ks za 1 rok | Celkové roční náklady včetně DPH |
|-----------------|------------------------------|-----------|-----------------|----------------------------|----------------------------------|
| Cryogen 3 | 1 500,00 Kč | 315,00 Kč | 1 815,00 Kč | 59 | 107 085,00 Kč |
| Cryo-T Elephant | 1 800,00 Kč | 378,00 Kč | 2 178,00 Kč | 57 | 124 146,00 Kč |

Průměrné měsíční mzdové náklady zdravotnického zařízení na 1 fyzioterapeuta jsou 40 140 Kč. V celkové částce jsou zahrnuta hrubá měsíční mzda a sociální a zdravotní pojištění. Průměrná měsíční čistá mzda, která je vyplácena zaměstnanci činí 24 520 Kč. Mzdové náklady na 1 zaměstnance jsou započteny do CEA, jelikož délka aplikace lokální kryoterapie je rozdílná na pracovišti A a B. Na pracovišti A je aplikována kryoterapie po dobu 4 minut a na pracovišti B je aplikována po dobu 3 minut. V následující tabulce 5.9 jsou uvedeny průměrné měsíční mzdové náklady na 1 fyzioterapeuta.

Tabulka 5.9: Mzdové náklady na 1 fyzioterapeuta v roce 2020 [vlastní zpracování]

| Průměrná hrubá měsíční mzda | Sociální pojištění | Zdravotní pojištění | Celkové náklady zaměstnavatel |
|-----------------------------|--------------------|---------------------|-------------------------------|
| 30 000 Kč | 7 440,00 Kč | 2 700,00 Kč | 40 140,00 Kč |

Ostatní provozní náklady přístrojů zahrnují náklady na energie a servisní náklady, které zahrnují bezpečně technickou kontrolu (BTK), která se provádí 1xročně. Ostatní servisní náklady nejsou započteny, jelikož nejde určit přesnou částku. Z důvodů, že ostatní servisní náklady jsou individuální a kalkulovány vždy po stanovení ceny opravy výrobcem. Náklady na spotřební materiál při aplikaci kryoterapie nejsou žádné na základě hodnocení obou pracovišť. V následující tabulce 5.10 jsou uvedeny ostatní provozní náklady obou přístrojů. Cena je uvedena včetně DPH.

Tabulka 5.10: Ostatní provozní náklady (včetně DPH) [vlastní zpracování]

| Přístroj | Měsíční náklady za energie | Roční náklady za energie | Servisní náklady na 1 rok | Náklady na spotřební materiál |
|-----------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| Cryogen 3 | 200,00 Kč | 2 400,00 Kč | 2 172,00 Kč | 0,00 Kč |
| Cryo-T Elephant | 250,00 Kč | 3 000,00 Kč | 2 172,00 Kč | 0,00 Kč |

5.3.5 Nepřímé náklady

Nepřímé náklady jsou úzce spojené se ztrátou nebo omezení produktivity, jak pacienta nebo pečovatele o pacienta. Nepřímé náklady nenese zdravotnické zařízení, ale pacient a s tím také celá společnost (transferové platby). Z tohoto důvodů, nejsou zahrnuty žádné nepřímé náklady do výpočtu nákladové efektivity z perspektivy zdravotnického zařízení.

5.3.6 Přínosy léčby

Na základě klinických dat, můžeme tvrdit, že léčba pomocí lokální kryoterapie u pacientů s enetezopatií je přínosná. Mezi hlavní přínosy léčby patří snížení bolestivosti, snížení příjmů analgetik a zlepšení motorické funkce v dané oblasti. Na základě vyhodnocených klinických dat, můžeme říct, že dochází ke zlepšení mezi první a desátou návštěvou o 56,5 %. Léčbu lze označit za velmi přínosnou, jelikož došlo ke zlepšení u každého pacienta, který podstoupil kompletní léčbu.

5.3.7 Výsledky nákladové efektivity

Nákladová efektivita lokální kryoterapie u pacientů s entezopatií z perspektivy zdravotnického zařízení byla zkoumaná ve dvou variantách. Varianta **a** zahrnuje celkové náklady na provoz včetně pořizovacích nákladů přístroje, které jsou rozpočítány do 10 let (podle životnosti přístroje). Tato varianta ukazuje nákladovou efektivitu kryoterapie, pokud se zdravotnické zařízení rozhodne zakoupit přístroj pro aplikaci lokální kryoterapie. Varianta **b** zahrnuje celkové náklady na léčbu včetně nákladů na pronájem přístroje na 1 rok. Tato varianta ukazuje nákladovou efektivitu přístroje pro lokální kryoterapii, pokud se zdravotnické zařízení rozhodne pro pronájem přístroje. Průměrný roční počet pacientů ošetřených lokální kryoterapií na pracovištích je 170, což činí celkem 1 700 aplikací ročně.

Výsledky CEA - varianta a

Analýza nákladové efektivity pro variantu **a** zahrnovala investiční náklady na přístroj a celkové provozní náklady, které jsou uvedeny v tabulce 5.11 a souvisejí s ošetřením jednoho pacienta a celkový efekt léčby po 10 aplikacích kryoterapie. U přístroje Cryogen 3 je výsledek nákladové efektivity 151,29 Kč a u přístroje Cryo-T Elephant 198,45 Kč. Výsledek udává, že u přístroje Cryogen 3 jsou nižší náklady na jednotku efektu ve srovnání s přístrojem Cryo-T Elephant. Hodnota ICER byla spočítána na základě vztahu číslo 4.1, který je uveden v podkapitole 4.2.4. Hodnota ICER je -154,39 Kč. U hodnoceného přístroje Cryogen 3 můžeme jednoznačně rozhodnout o nákladové efektivitě, jelikož výsledek spadá do kvadrantu SE (pravý dolní kvadrant), je považován za nákladově efektivní, neboť platí $\Delta C < 0$; $\Delta E > 0$. Hodnocený přístroj Cryogen 3 je považován nákladově efektivní oproti přístroji Cryo-T Elephant. V následující tabulce 5.11 jsou uvedeny celkové roční náklady. V tabulce 5.12 jsou uvedeny výpočty nákladové efektivity pro variantu **a**.

Tabulka 5.11: Celkové náklady – varianta a [vlastní zpracování]

| Náklady | Cryogen 3 | Cryo-T Elephant |
|--------------------------------|---------------|-----------------|
| Investiční náklady | 22 869,00 Kč | 19 360,00 Kč |
| Náklady na láhve s médiem | 107 085,00 Kč | 124 146,00 Kč |
| Náklady za energie | 2 400,00 Kč | 3 000,00 Kč |
| Servisní náklady | 2 178,00 Kč | 2 178,00 Kč |
| Mzdové náklady | 21 324,46 Kč | 28 432,50 Kč |
| Celkové roční provozní náklady | 155 856,46 Kč | 177 116,50 Kč |
| Celkové náklady na 1 pacienta | 916,80 Kč | 1 041,86 Kč |

Tabulka 5.12: Výpočet nákladové efektivity – varianta a [vlastní zpracování]

| Přístroj | Role | Celkové náklady | Efekt léčby % | Pořadí efektu | CEA (C/E) | ICER |
|-----------------|------------|-----------------|---------------|---------------|-----------|------------|
| Cryogen 3 | hodnocená | 916,80 Kč | 60,6 | 1 | 151,29 Kč | |
| Cryo-T Elephant | komparátor | 1 041,86 Kč | 52,5 | 2 | 198,45 Kč | -154,39 Kč |

Výsledky CEA - varianta b

Analýza nákladové efektivity pro variantu **b** zahrnovala náklady spojené s pronájmem přístroje a celkové provozní náklady, které jsou uvedeny v tabulce 5.11 a souvisejí s ošetřením jednoho pacienta a celkový efekt léčby. U přístroje Cryogen 3 je výsledek nákladové efektivity 206,61 Kč a u přístroje Cryo-T Elephant 249,97 Kč. Výsledek udává, že u přístroje Cryogen 3 jsou nižší náklady na jednotku efektu ve srovnání s přístrojem Cryo-T Elephant. Hodnota ICER je -74,43 Kč. U hodnoceného přístroje Cryogen 3 můžeme jednoznačně rozhodnout o nákladové efektivitě, jelikož výsledek spadá do kvadrantu SE (pravý dolní kvadrant), je považován za nákladově efektivní, neboť platí $\Delta C < 0$; $\Delta E > 0$. Hodnocený přístroj Cryogen 3 je považován nákladově efektivní oproti přístroji Cryo-T Elephant. V následující tabulce 5.13 jsou uvedeny celkové roční náklady. V tabulce 5.14 jsou uvedeny výpočty nákladové efektivity pro variantu **b**.

Tabulka 5.13 Celkové náklady – varianta b [vlastní zpracování]

| Náklady | Cryogen 3 | Cryo-T Elephant |
|--------------------------------|---------------|-----------------|
| Pronájem přístroje | 79 860,00 Kč | 65 340,00 Kč |
| Náklady na láhve s médiem | 107 085,00 Kč | 124 146,00 Kč |
| Náklady za energie | 2 400,00 Kč | 3 000,00 Kč |
| Servisní náklady | 2 178,00 Kč | 2 178,00 Kč |
| Mzdové náklady | 21 324,46 Kč | 28 432,50 Kč |
| Celkové roční provozní náklady | 212 847,46 Kč | 223 096,50 Kč |
| Celkové náklady na 1 pacienta | 1 252,04 Kč | 1 312,33 Kč |

Tabulka 5.14: Výpočet nákladové efektivity – varianta **b** [vlastní zpracování]

| Přístroj | Role | Celkové náklady | Efekt léčby % | Pořadí efektu | CEA (C/E) | ICER |
|-----------------|------------|-----------------|---------------|---------------|-----------|-----------|
| Cryogen 3 | hodnocená | 1 252,04 Kč | 60,6 | 1 | 206,61 Kč | -74,43 Kč |
| Cryo-T Elephant | komparátor | 1 312,33 Kč | 52,5 | 2 | 249,97 Kč | |

5.4 Analýza nákladové efektivity z perspektivy pacienta

Nákladová efektivita lokální kryoterapie z perspektivy pacienta zahrnuje náklady na léčbu, jelikož ani jedno ze dvou pracovišť nemá uzavřenou smlouvu se zdravotními pojišťovnami. Léčba pacientů, kteří trpí entezopatií zahrnuje celkem 10 procedur pomocí lokální kryoterapie. Na pracovišti A pomocí přístroje Cryo-T Elephant je aplikována kryoterapie po dobu 4 minut a na pracovišti B pomocí přístroje je aplikována kryoterapie po dobu 3 minut. V následující tabulce 5.15 jsou uvedeny náklady na 1 aplikaci lokální kryoterapie.

Tabulka 5.15: Náklady pacienta na 1 aplikaci kryoterapie [vlastní zpracování]

| Náklady | Cryogen 3 | Cryo-T Elephant |
|-----------------------------|-----------|-----------------|
| Náklady na 1 aplikaci léčby | 150 Kč | 125 Kč |

Analýza nákladové efektivity zahrnovala celkové náklady, které jsou uvedeny v tabulce 5.15 a souvisejí s ošetřením jednoho pacienta a celkový efekt léčby po 10 aplikacích kryoterapie. U přístroje Cryogen 3 je výsledek nákladové efektivity 247,52 Kč a u přístroje Cryo-T Elephant 238,10 Kč. Výsledek udává, že u přístroje Cryogen 3 jsou vyšší náklady na jednotku efektu ve srovnání s přístrojem Cryo-T Elephant. Hodnota ICER byla spočítána na základě vztahu číslo 4.1, který je uveden v podkapitole 4.2.4. Hodnota ICER je 308,64 Kč. U hodnoceného přístroje Cryogen 3 není možno jednoznačně rozhodnout o nákladové efektivitě, jelikož výsledek spadá do kvadrantu NE (pravý horní kvadrant) neboť platí $\Delta C > 0$; $\Delta E > 0$. Rozhodnutí o nákladové efektivitě je závislé na prahové hodnotě λ , která vyjadřuje hranici ochoty platit. Pokud platí, že $ICER < \lambda$, tak bude přístroj Cryogen 3 nákladově efektivní intervence. V případě, že $ICER > \lambda$, tak bude přístroj Cryogen 3 nákladově neefektivní intervence. V následující tabulce 5.16 jsou uvedeny výpočty nákladové efektivity z perspektivy pacienta.

Tabulka 5.16: Výpočet nákladové efektivity [vlastní zpracování]

| Přístroj | Role intervence | Celkové náklady | Efekt léčby % | Pořadí efektu | CEA (C/E) | ICER |
|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|---------------|-----------|-----------|
| Cryogen 3 | hodnocená | 1 500,00 Kč | 60,6 | 1 | 247,52 Kč | 308,64 Kč |
| Cryo-T Elephant | komparátor | 1 250,00 Kč | 52,5 | 2 | 238,10 Kč | |

5.5 Analýza senzitivity

Výsledky analýzy nákladové efektivity byly zkoumány jednocestnou analýzou senzitivity, kde byly postupně měněny všechny parametry (celkové náklady a efekt léčby) v intervalu -10 % až +10 %, zatímco ostatní parametry zůstaly stejné. Bylo pozorováno, jak se mění výsledná CEA a ICER při změně jednoho parametru v intervalu -10 % až +10 %. Jednocestná analýza byla provedena pro analýzu nákladové efektivity lokální kryoterapie z perspektivy zdravotnického zařízení a pacienta.

5.5.1 Jednocestná analýza senzitivity CEA - perspektiva zdravotnické zařízení

V případě změny efektu léčby u obou přístrojů v intervalu -10 % až +10 % bylo zjištěno, že u varianty **a** i varianty **b**, výsledná změna zásadně neovlivnila výsledek nákladové efektivity. Nedochozí ke změně kvadrantu SE (pravý dolní kvadrant), hodnocený přístroj Cryogen 3 je považován za nákladově efektivní, neboť platí $\Delta C < 0$; $\Delta E > 0$. Nejvýraznější změna hodnoty ICER u obou variant byla zaznamenána při snížení efektu léčby o -10 % u přístroje Cryogen 3.

V případě změny celkových nákladů na léčbu v intervalu -10 % až +10 % u varianty **a** nedošlo ke změně, která by zásadně ovlivnila výsledek nákladové efektivity. V případě zvýšení celkových nákladů u obou přístrojů nebo snížení celkových nákladů u přístroje Cryogen 3 v intervalu -10 % až +10 %, nedochází ke změně kvadrantu SE (pravý dolní kvadrant), hodnocený přístroj Cryogen 3 je považován za nákladově efektivní, neboť platí $\Delta C < 0$; $\Delta E > 0$.

V případě změny celkových nákladů na léčbu v intervalu -10 % až +10 % u varianty **b**, by výsledná změna zásadně ovlivnila výsledek nákladové efektivity. V případě zvýšení celkových nákladů na léčbu u přístroje Cryogen 3 o +10 % u varianty **b** nemůžeme jednoznačně rozhodnout o nákladové efektivitě, jelikož výsledek spadá do kvadrantu NE (pravý horní kvadrant) neboť platí $\Delta C > 0$; $\Delta E > 0$. Při snížení celkových nákladů u přístroje Cryo-T Elephant o -10 % u varianty **b** nemůžeme jednoznačně rozhodnout o nákladové efektivitě, jelikož výsledek spadá do kvadrantu NE (pravý horní kvadrant) neboť platí $\Delta C > 0$; $\Delta E > 0$. Rozhodnutí o nákladové efektivitě je závislé na prahové hodnotě λ , která

vyjadřuje hranici ochoty platit. V případě snížení celkových nákladů u přístroje Cryogen 3 o -10 % nebo zvýšení celkových nákladů o +10 % u přístroje Cryo-T Elephant nedochází ke změně kvadrantu SE (pravý dolní kvadrant), je tedy hodnocený přístroj považován 3 za nákladově efektivní, neboť platí $\Delta C < 0$; $\Delta E > 0$.

V následující tabulce 5.17 jsou uvedeny výsledky nákladové efektivity z perspektivy zdravotnického zařízení po aplikaci jednocestné analýzy senzitivity v intervalu -10 % až +10 %.

Tabulka 5.17: Jednocestná analýza senzitivity – CEA [vlastní zpracování]

| Parametr | Změna | Varianta | CEA | | ICER | |
|------------------------------------|-------|------------------------|-----------|-----------|------------|------------|
| | | | a | b | a | b |
| Efekt léčby Cryogen 3 | +10% | Cryogen 3 | 137,53 Kč | 187,83 Kč | | |
| | | Cryo-T Elephant | 198,45 Kč | 249,97 Kč | -88,32 Kč | -42,58 Kč |
| | -10% | Cryogen 3 | 168,10 Kč | 229,56 Kč | | |
| | | Cryo-T Elephant | 198,45 Kč | 249,97 Kč | -613,04 Kč | -295,53 Kč |
| Efekt léčby Cryo-T Elephant | +10% | Cryo-T Elephant | 180,41 Kč | 227,24 Kč | | |
| | | Cryogen 3 | 151,29 Kč | 206,61 Kč | -438,81 Kč | -211,54 Kč |
| | -10% | Cryo-T Elephant | 220,50 Kč | 277,74 Kč | | |
| | | Cryogen 3 | 151,29 Kč | 206,61 Kč | -93,68 Kč | -45,16 Kč |
| Celkové náklady Cryogen 3 | +10% | Cryogen 3 | 166,42 Kč | 227,27 Kč | | |
| | | Cryo-T Elephant | 198,45 Kč | 249,97 Kč | -41,21 Kč | 80,14 Kč |
| | -10% | Cryogen 3 | 136,16 Kč | 185,95 Kč | | |
| | | Cryo-T Elephant | 198,45 Kč | 249,97 Kč | -267,58 Kč | -229,00 Kč |
| Celkové náklady Cryo-T Elephant | +10% | Cryo-T Elephant | 218,29 Kč | 240,13 Kč | | |
| | | Cryogen 3 | 151,29 Kč | 206,61 Kč | -283,02 Kč | -10,65 Kč |
| | -10% | Cryo-T Elephant | 178,60 Kč | 196,47 Kč | | |
| | | Cryogen 3 | 151,29 Kč | 206,61 Kč | -25,77 Kč | 272,33 Kč |

5.5.2 Jednocestná analýza senzitivity CEA - perspektiva pacient

V případě změny efektu léčby u obou přístrojů v intervalu -10 % až +10 %, výsledná změna zásadně neovlivnila výsledek nákladové efektivity. Nedochozí ke změně kvadrantu NE (pravý horní kvadrant) neboť platí $\Delta C > 0$; $\Delta E > 0$. Rozhodnutí o nákladové efektivitě je závislé na prahové hodnotě λ , která vyjadřuje hranici ochoty platit. Nejvýraznější změna hodnot CEA a ICER byla zaznamenána při snížení efektu léčby o -10 % u přístroje Cryogen 3.

V případě změny celkových nákladů na léčbu u obou přístrojů v intervalu -10 % až +10 %, výsledná změna zásadně neovlivní výsledek nákladové efektivity. Nedochozí ke změně kvadrantu NE (pravý horní kvadrant), neboť platí $\Delta C < 0$; $\Delta E > 0$. Rozhodnutí o nákladové efektivitě je závislé na prahové hodnotě λ , která vyjadřuje hranici ochoty platit. Nejvýraznější změna hodnot CEA a ICER byl zaznamenán při zvýšení nákladů na léčbu o +10 % u přístroje Cryogen 3.

V následující tabulce 5.18 jsou uvedeny výsledky nákladové efektivity z perspektivy pacienta po aplikaci jednocestné analýzy senzitivity.

Tabulka 5.18: Jednocestná analýza senzitivity – CEA [vlastní zpracování]

| Parametr | Změna | Varianta | CEA | ICER |
|------------------------------------|--------------|------------------------|-----------|------------|
| Efekt léčby Cryogen 3 | +10 % | Cryogen 3 | 225,02 Kč | 176,55 Kč |
| | | Cryo-T Elephant | 238,10 Kč | |
| Efekt léčby Cryo-T Elephant | -10 % | Cryogen 3 | 275,03 Kč | 1225,49 Kč |
| | | Cryo-T Elephant | 238,10 Kč | |
| | +10 % | Cryo-T Elephant | 247,52 Kč | 877,19 Kč |
| | | Cryo-T Elephant | 216,45 Kč | |
| Celkové náklady Cryogen 3 | -10 % | Cryo-T Elephant | 247,52 Kč | 187,27 Kč |
| | | Cryo-T Elephant | 264,55 Kč | |
| | +10 % | Cryogen 3 | 272,28 Kč | 493,83 Kč |
| | | Cryo-T Elephant | 238,10 Kč | |
| Celkové náklady Cryo-T Elephant | -10 % | Cryogen 3 | 222,77 Kč | 123,46 Kč |
| | | Cryo-T Elephant | 238,10 Kč | |
| | +10 % | Cryo-T Elephant | 247,52 Kč | 154,32 Kč |
| | -10 % | Cryo-T Elephant | 261,90 Kč | 462,96 Kč |
| | | Cryo-T Elephant | 214,29 Kč | |

5.6 Multikriteriální rozhodovací analýza

Základem multikriteriální rozhodovací analýzy je stanovení vah zvolených kritérií. Váhy jednotlivých kritérií jsou vypočteny pomocí Saatyho metody. Po vypočtení vah technických kritérií následuje multikriteriální hodnocení variant (přístrojů) metodou TOPSIS.

Přístroj Cryo-T Elephant a Cryogen 3 byl hodnocen pomocí multikriteriální rozhodovací analýzy technických parametrů. Přístroje sloužící k lokální kryoterapii jsou porovnány na základě čtyř stanovených parametrů:

1. Hmotnost přístroje – jednotky kilogram (kg)
2. Průměrné využití přístroje – průměrný počet zákroků na 1 láhev média
3. Teplota páry – ve stupních Celsia (°C)
4. Počet variant zásobníku

Technické parametry obou přístrojů byly získány na základě oslovených dodavatelů přístrojů Cryo-T Elephant a Cryogen 3. Pouze parametr „průměrné využití přístroje“ byl poskytnut z pracoviště A a pracoviště B. Dodavatelé přístrojů uvádějí maximální využití přístroje, které neodpovídá realitě, jelikož v praxi dochází ke ztrátám z důvodu odpařování dusíku z láhve.

5.6.1 Stanovení vah – Saatyho metoda

Váhy jednotlivých kritérií byly vypočteny Saatyho metodou na základě hodnocení jednotlivých kritérií expertní skupinou. Každému ze 4 členů expertní skupiny byla předložena Saatyho matice, kterou každý člen vyhodnotil na základě stupnice uvedené v tabulce 4.2 v podkapitole 4.3.1. Na základě získaných dat byly váhy jednotlivých kritérií vypočteny metodou geometrické průměru pomocí vzorce 4.6 a 4.7 uvedených v podkapitole 4.3.1. Výsledné váhy jednotlivých kritérií hodnocení byly vypočteny metodou aritmetického průměru. V následující tabulce 5.19 jsou uvedeny vypočtené váhy jednotlivých kritérií. Nejvyšší váha hodnocení připadla na kritérium číslo 3 – Teplotu páry při výstupu. Můžeme říci, že kritérium číslo 3 bylo hodnoceno jako nejdůležitější. Naopak nejnižší váha připadla na kritérium číslo 1 – Hmotnost přístroje. Můžeme říci, že kritérium číslo 1 bylo hodnoceno jako nejméně důležité. Vypočtené váhy jednotlivých kritérií byly následně použity v metodě TOPSIS.

Tabulka 5.19: Váhy kritérií [vlastní zpracování]

| Kritérium | Expert 1 | Expert 2 | Expert 3 | Expert 4 | Výsledné váhy kritérií |
|-------------------------------|----------|----------|----------|----------|------------------------|
| 1. Hmotnost přístroje | 0,0492 | 0,0442 | 0,0563 | 0,0543 | 0,05 |
| 2. Průměrné využití přístroje | 0,1195 | 0,6354 | 0,2930 | 0,2826 | 0,33 |
| 3. Teplota páry | 0,6104 | 0,2453 | 0,5302 | 0,5562 | 0,49 |
| 4. Počet variant zásobníku | 0,2209 | 0,0750 | 0,1205 | 0,1068 | 0,13 |

5.6.2 Multikriteriální rozhodování – TOPSIS

Vypočtené váhy kritérií Saatyho metodou jsou použity při multikriteriálním hodnocení variant. Pro hodnocení variant byla aplikována metoda TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution). V následující tabulce 5.20 je uvedena výchozí matice. Ve výchozí matici jsou zaznamenány technické parametry porovnávaných přístrojů.

Tabulka 5.20: Výchozí matice TOPSIS [vlastní zpracování]

| Kritéria | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----------------|------|------|------|------|
| Cryo-T Elephant | 23,5 | 30 | -145 | 2 |
| Cryogen 3 | 42 | 29 | -146 | 1 |
| Povaha | MIN | MAX | MIN | MAX |
| Váhy | 0,05 | 0,33 | 0,49 | 0,13 |

V prvním kroku byla všechna minimalizační kritéria transformována na maximalizační kritéria. Transformace byla aplikována jako rozdíl mezi nejvyšší a nejnižší hodnotou kritéria ve sloupci. V následující tabulce 5.21 je uvedena výsledná maximalizační matice.

Tabulka 5.21: Maximalizační matice [vlastní zpracování]

| Kritéria | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----------------|------|------|------|------|
| Cryo-T Elephant | 18,5 | 30 | 0 | 2 |
| Cryogen 3 | 0 | 29 | 1 | 1 |
| Povaha | MAX | MAX | MAX | MAX |
| Váhy | 0,05 | 0,33 | 0,49 | 0,13 |

V druhém kroku byla maximalizační matice převedena na normalizovanou kritériální matici podle vztahu 4.8 uvedeného v kapitole 4.3.2. V následující tabulce 5.22 je uvedena normalizovaná kritériální matice

Tabulka 5.22: Normalizovaná kriteriální matice [vlastní zpracování]

| Kritéria | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----------------|------|------|------|------|
| Cryo-T Elephant | 1,00 | 0,72 | 0,00 | 0,89 |
| Cryogen 3 | 0,00 | 0,70 | 1,00 | 0,45 |
| Váhy | 0,05 | 0,33 | 0,49 | 0,13 |

Ve třetím kroku byla normalizovaná kriteriální matice převedena na váženou kriteriální matici. Hodnoty normalizované kriteriální matice byly vynásobeny příslušnou váhou. Bazální variantou je ta varianta s nejnižší hodnotou (minimum) a ideální variantou je ta varianta s nejvyšší hodnotou (maximum). V následující tabulce 5.23 je uvedena vážená kriteriální matice.

Tabulka 5.23: Vážená kriteriální matice, bazální (D) a ideální varianta (H) [vlastní zpracování]

| Kritéria | 1 | 2 | 4 | 5 |
|------------------|--------|--------|--------|--------|
| Cryo -T Elephant | 0,0510 | 0,2392 | 0,0000 | 0,1170 |
| Cryogen 3 | 0,0000 | 0,2312 | 0,4855 | 0,0585 |
| D | 0,0000 | 0,2312 | 0,0000 | 0,0585 |
| H | 0,0510 | 0,2392 | 0,4855 | 0,1170 |

Ve čtvrtém kroku byla vypočtena vzdálenost od bazální a ideální hodnoty. Vzdálenost od bazální hodnoty byla vypočtena podle vztahu 4.10 uvedeného v kapitole 4.3.2. V následující tabulce 5.24 je uvedena vzdálenost od bazální hodnoty.

Tabulka 5.24: Vzdálenost od bazální hodnoty (D-) [vlastní zpracování]

| Kritéria | 1 | 2 | 4 | 5 | Suma řádku | D- |
|------------------|--------|--------|--------|--------|------------|--------|
| Cryo -T Elephant | 0,0026 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0034 | 0,0061 | 0,0780 |
| Cryogen 3 | 0,0000 | 0,0000 | 0,2357 | 0,0000 | 0,2357 | 0,4855 |

Vzdálenost od ideální hodnoty byla vypočtena podle vztahu 4.11 uvedeného v kapitole 4.3.2. V následující tabulce 5.25 je uvedena vzdálenost od ideální hodnoty.

Tabulka 5.25: Vzdálenost od ideální hodnoty (D+) [vlastní zpracování]

| Kritéria | 1 | 2 | 4 | 5 | Suma řádku | D+ |
|------------------|--------|--------|--------|--------|------------|--------|
| Cryo -T Elephant | 0,0000 | 0,0000 | 0,2357 | 0,0000 | 0,2357 | 0,4855 |
| Cryogen 3 | 0,0026 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0034 | 0,0061 | 0,0780 |

V pátém kroku byl vypočten relativní ukazatel vzdáleností jednotlivých variant od bazální a ideální varianty podle vztahu 4.12 uvedeného v kapitole 4.3.2. Vypočtené hodnoty byly seřazeny sestupně. Hodnoty relativního ukazatele nabývají hodnot mezi 0 a 1. Hodnotu 0 nabývá bazální varianta a hodnotu 1 ideální varianta. V následující tabulce 5.26 jsou uvedeny hodnoty relativního ukazatele jednotlivých variant.

Tabulka 5.26: Relativní ukazatel jednotlivých variant [vlastní zpracování]

| Kritéria | Relativní ukazatel | Pořadí |
|------------------|--------------------|--------|
| Cryo -T Elephant | 0,1384 | 2 |
| Cryogen 3 | 0,8616 | 1 |

Na základě vypočteného relativního ukazatele metody TOPSIS můžeme tvrdit, že varianta Cryogen 3 je ideální variantou, jelikož relativní ukazatel nabývá hodnoty blíže k hodnotě 1. Varianta Cryo-T Elephant je bazální variantou, jelikož relativní ukazatel nabývá hodnoty blíže k hodnotě 0.

6 Diskuze

V této kapitole jsou diskutovány teoretické poznatky lokální kryoterapie, která byla aplikována pacientům s entezopatií. Teoretické poznatky jsou získány na základě literární rešerše a porovnány s výsledky praktické části diplomové práce.

Hlavním cílem diplomové práce bylo provést ekonomicko-klinické hodnocení kryoterapie u pacientů s entezopatií. Na základě klinických studií [19-27], můžeme říci, že lokální kryoterapie je relativně dostupný a využitelný druh fyzikální terapie, který se dá využít při spoustě různých obtíží pohybového aparátu. Výsledky studií prokazují, že lokální kryoterapie vede ke snížení intenzity bolesti, zlepšení motorické funkce a snížení příjmů analgetik. Lokální kryoterapie je druh fyzikální léčby, který je dobře tolerován pacientem [19-27].

V praktické části diplomové práce byla klinická data statisticky hodnocena. Na základě statistického hodnocení klinických dat z pracoviště A pomocí párového t-testu, kde probíhala léčba pomocí přístroje Cryo-T Elephant byla zamítnuta H_0 : Bolestivost se na začátku a na konci terapie pomocí přístroje Cryo-T Elephant se neliší ve prospěch H_A : Bolestivost se na začátku a na konci terapie pomocí přístroje Cryo-T Elephant se liší. Na hladině významnosti 0,05 byl prokázán rozdíl bolestivosti při první a desáté návštěvě, jelikož p-hodnota párového t-testu vychází s ohledem na tři desetinná místa 0,000 (nižší než 0,05). Z tohoto důvodu zamítáme nulovou hypotézu ve prospěch alternativní hypotézy. Na základě statistického hodnocení klinických dat z pracoviště B, kde probíhala léčba pomocí přístroje Cryogen 3, byla pomocí párového t-testu zamítnuta H_0 : Bolestivost se na začátku a na konci terapie pomocí přístroje Cryogen 3 se neliší ve prospěch H_A : Bolestivost se na začátku a na konci terapie pomocí přístroje Cryogen 3 se liší. Na hladině významnosti 0,05 byl prokázán rozdíl bolestivosti při první a desáté návštěvě, jelikož P-hodnota párového t-testu vychází s ohledem na tři desetinná místa 0,000 (nižší než 0,05). Z tohoto důvodu zamítáme nulovou hypotézu ve prospěch alternativní hypotézy. U všech pacientů s entezopatií docházelo ke snížení bolestivosti mezi první a desátou návštěvou. Ve studii [21] byla kryoterapie aplikována celkem 10krát a bolestivost měřena na vizuální analogové škále jako v diplomové práci. Při porovnání klinické studie s výsledky diplomové práce můžeme prokázat snížení intenzity bolesti mezi první a desátou procedurou. Ve studii [21] navíc výsledky prokazují snížení intenzity bolesti, zlepšení motorické aktivity a následně vedla ke snížení příjmů analgetik u skupiny pacientů, kteří podstoupili kryoterapii v porovnání s kontrolní skupinou, která nepodstoupila žádnou terapeutickou léčbu po dobu 14 dní. V klinické studii [22] byla kryoterapie aplikována celkem 12krát. Při porovnání klinické studie s výsledky diplomové práce můžeme prokázat snížení intenzity bolesti mezi první a desátou procedurou u pacientů s laterální epikondylitidou. Výsledky ve studii [22] navíc

neprokázaly statisticky významný rozdíl mezi účinkem léčby pomocí kryoterapie a ultrazvukové terapie. V experimentální studii [19] byla kryoterapie ultrazvukem aplikována celkem 12krát a ve studiích [23, 25] celkem 10krát. Bolestivost v klinických studiích [19, 23, 25] byla měřena na vizuální analogové škále jako v diplomové práci. Na rozdíl od diplomové práce byla kryoterapie v klinických studiích aplikována po delší časový úsek (20 minut) o vyšší teplotě (-2°C), jelikož se jednalo o kryoterapii pomocí ultrazvuku. Výsledky všech studií [19, 23, 25] prokázaly stejný výsledek jako v diplomové práci, a to bolestivost mezi první a poslední aplikací kryoterapie. Ve studii [19] výsledky prokazují vyšší účinnost, vyšší spokojenost pacientů a dlouhodobější výsledky kryoterapie oproti laserové terapii CO_2 . V klinické studii [20] bylo zjištěno, že kryoterapie je účinnější než ultrazvuková terapie. Bolestivost byla ve studii hodnocena na vizuální analogové škále jako v diplomové práci. Při srovnání výsledků byl prokázán pozitivní klinický efekt léčby. Ve studii [24] výsledky prokázaly, že kryoterapie snižuje bolestivost a má pozitivní klinický efekt léčby jako výsledky diplomové práce. Avšak ve studii [24] nebyl prokázán lepší klinicko-terapeutické účinky kryoterapie ultrazvukem v porovnání s extrakorporální terapií rázovými vlnami. Ve studii [26] výsledky prokázaly stejně jako v diplomové práci, že léčba pomocí lokální kryoterapie je efektivní druh léčby u pacientů s dysfunkcí pohybového aparátu, který je velmi dobře tolerována pacienty.

Průměrný klinický efekt léčby byl počítán jako rozdíl mezi první a desátou návštěvou na základě subjektivního hodnocení pacienta pomocí vizuálně analogové škály. Na pracovišti A byl průměrný efekt léčby 52,5 % a na pracovišti B byl průměrný efekt léčby 60,6 %. Na základě statistického hodnocení efektivity terapie pomocí přístrojů Cryo-T Elephant a Cryogen 3 byla zamítnuta H_A : Efektivita terapie pomocí přístroje Cryogen 3 a Cryo-T Elephant se liší ve prospěch H_0 : Efektivita terapie pomocí přístroje Cryogen 3 a Cryo-T Elephant se neliší. Na hladině významnosti 0,05 nebyl prokázán rozdíl v efektivitě terapie pomocí přístrojů Cryogen 3 a Cryo-T Elephant. p-hodnota Welchova t-test s ohledem na tři desetinná místa vyšla 0,060 (vyšší než 0,05). Z tohoto důvodu nebyla zamítnuta nulová hypotéza. Výsledná p-hodnota vychází velmi těsně, v případě hodnocení na vyšší hladině významnosti než 0,06 bychom nezamítali nulovou hypotézu ve prospěch alternativní hypotézy. Tudíž by se efektivita terapie pomocí přístroje Cryogen 3 a Cryo-T Elephant lišila a přístroj Cryogen 3 bychom označili za efektivnější oproti přístroji Cryo-T Elephant. V porovnání s klinickou studií [27], kde byl sledován nejen klinický efekt léčby, ale byla zde porovnávána efektivita přístroje Cryogen 3 a Cryo-T Elephant. Na základě statistických výsledků byla u přístroje Cryogen 3 prokázána vyšší efektivita než u přístroje Cryo-T Elephant. V diplomové práci naopak nebyl prokázán rozdíl v efektivitě terapie pomocí přístrojů Cryogen 3 a Cryo-T Elephant na hladině významnosti 0,05. Avšak výsledná p-hodnota vycházela velmi těsně, v případě hodnocení na vyšší hladině významnosti než 0,06 bychom nezamítali nulovou hypotézu ve prospěch alternativní hypotézy. Tudíž by se efektivita terapie pomocí přístroje

Cryogen 3 a Cryo-T Elephant lišila a přístroj Cryogen 3 bychom označili za efektivnější oproti přístroji Cryo-T Elephant.

Na základě statisticky vyhodnocených klinických dat byl prokázán klinický efekt léčby u pacientů s entezopatií. U každého pacienta z obou rehabilitačních pracovišť, který podstoupil kompletní léčbu, skládající se z celkem z 10 aplikací lokální kryoterapie, byl prokázán pozitivní klinický efekt. U všech pacientů docházelo ke snížení bolesti a zvýšení motorické funkce v místě výskytu entezopatie. Na základě zjištěných výsledků můžeme označit lokální kryoterapii za efektivní způsob léčby entezopatie. Při porovnání výsledků praktické části diplomové práce s výsledky klinických studií [19-27], můžeme potvrdit, že lokální kryoterapie vede ke snížení intenzity bolesti, zlepšení motorické funkce a snížení příjmů analgetik. Lokální kryoterapie je druh fyzikální léčby, který je velmi dobře tolerován pacientem. U všech pacientů, kteří byli zahrnuti do klinických studií a diplomové práce, tak docházelo ke snížení intenzity bolesti a zlepšení motorické funkce.

Další část praktické části byla věnována analýze nákladové efektivity kryoterapie u pacientů s entezopatií. Analýza nákladové efektivity byla provedena z perspektivy zdravotnického zařízení a z perspektivy pacienta. V rámci CEA byl přístroj Cryogen 3 označen za hodnocenou intervenci a přístroj Cryo-T Elephant byl označen za komparátor dané intervence.

Nákladová efektivita z perspektivy zdravotnického zařízení byla hodnocena ve dvou variantách. Analýza nákladové efektivity pro variantu **a** zahrnovala investiční náklady na přístroj a celkové provozní náklady, které souvisely s ošetřením jednoho pacienta a celkových efekt léčby. Hodnota ICER u varianty **a** byla -154,39 Kč. Na základě výsledků u varianty **a** můžeme u hodnoceného přístroje Cryogen 3 jednoznačně rozhodnout o nákladové efektivitě. Hodnocená intervence Cryogen 3 je považován za nákladově efektivní oproti Cryo-T Elephant. Za předpokladu vyššího počtu pacientů než 170 ročně, lze předpokládat, že by hodnota ICER klesala ve prospěch hodnocené intervence, jelikož hodnocená intervence má nižší provozní náklady. Analýza nákladové efektivity pro variantu **b** zahrnovala náklady spojené s pronájmem a celkové provozní náklady, které souvisely s ošetřením jednoho pacienta a celkových efekt léčby. Hodnota ICER u varianty **b** byla -74,43 Kč. Na základě výsledků u varianty **b** můžeme u hodnoceného přístroje Cryogen 3 jednoznačně rozhodnout o nákladové efektivitě. Hodnocená intervence Cryogen 3 je považován za nákladově efektivní oproti Cryo-T Elephant. V případě vyššího počtu pacientů, lze předpokládat, že hodnota ICER by klesala ve prospěch hodnocené intervence, jelikož hodnocená intervence má nižší provozní náklady. Na základě analýzy nákladové efektivity z perspektivy zdravotnického zařízení můžeme považovat hodnocenou intervenci Cryogen 3 za nákladově efektivní. Můžeme říci, že přístroj Cryogen 3 je nákladově efektivní z perspektivy zdravotnické zařízení,

jelikož jeho celkové provozní náklady jsou nižší a celkový efekt léčby u pacientů s entezopatií je vyšší oproti Cryo-T Elephant.

Analýza nákladové efektivity z perspektivy pacienta zahrnovala celkové náklady na léčbu jednoho pacienta, která se skládala z 10 aplikací kryoterapie a celkový efekt léčby. Hodnota ICER byla 308,64 Kč. Na základě výsledků nemůžeme u hodnocené intervence Cryogen 3 jednoznačně rozhodnout o nákladové efektivitě. Rozhodnutí je závislé na prahové hodnotě λ , která vyjadřuje hranici ochoty platit. V tomto případě konečné rozhodnutí o nákladové efektivitě stojí na pacientovi, jestli je ochoten platit vyšší náklady za léčbu za cenu vyššího výsledného efektu léčby. V případě kdy $ICER < \lambda$, tak můžeme hodnocenou intervenci považovat za nákladově efektivní oproti komparátoru. Naopak pokud $ICER > \lambda$, tak nemůžeme hodnocenou intervenci považovat za nákladově efektivní oproti komparátoru.

Výsledky nákladové efektivity byly následně zkoumány pomocí analýzy senzitivity. Na výsledky nákladové efektivity z perspektivy zdravotnického zařízení a perspektivy pacienta byla aplikována jednocestná analýza senzitivity v intervalu -10 % až +10 %. Na základě výsledků jednocestné analýzy senzitivity lze tvrdit, že výsledky nákladové efektivity z perspektivy zdravotnického zařízení u varianty **b** jsou velmi senzitivní při změně celkových nákladů u hodnocené intervence nebo komparátoru v daném intervalu. Můžeme říci, že výsledky nákladové efektivity z perspektivy pacienta a perspektivy zdravotnického zařízení nejsou senzitivní při změně celkového efektu léčby u hodnocené intervence nebo komparátoru v daném intervalu nebo při změny celkových nákladů z perspektivy pacienta nebo u varianty **a** z perspektivy zdravotnického zařízení. V případě zvýšení intervalu na -20 % až +20 % u jednocestné analýzy senzitivity můžeme očekávat radikálnější změny ve výsledcích nákladové efektivity. V případě změny intervalu, by docházelo ke změně kvadrantu při změně celkových nákladů na léčbu, ale i při změně celkového efektu léčby u hodnocené intervence nebo komparátoru v daném intervalu. Výsledky nákladové efektivity by byly velmi senzitivní při zvýšení intervalu.

Výsledky nákladové efektivity kryoterapie u pacientů s entezopatií, nelze porovnat s žádnou odbornou studií. V současné době nebyla doposud publikována žádná studie, která by se zabývala současně náklady a klinickým efektem intervence. Z tohoto důvodu je diplomová práce přínosná, jelikož se zabývá jak klinickou stránkou, tak i nákladovou.

V poslední části v praktické části byla provedena multikriteriální rozhodovací analýza pro srovnání technických parametrů přístrojů sloužící k aplikaci lokální kryoterapie. V prvním kroku multikriteriální rozhodovací analýzy byly vypočteny váhy pro čtyři zvolená kritéria pomocí Saatyho metody na základě odborného hodnocení členů expertní skupiny. Vypočtené váhy jednotlivých technických kritérií byly následně použity v metodě TOPSIS. Ve druhém kroku proběhlo multikriteriální hodnocení variant

metodou TOPSIS. Na základě vypočteného relativního ukazatele metody TOPSIS můžeme tvrdit, že přístroj Cryogen 3 je ideální variantou z hlediska technický parametrů, jelikož relativní ukazatel nabyl hodnoty 0,8616, která je blíže k hodnotě 1,00. Můžeme říci, že z hlediska technických parametrů je přístroj Cryogen 3 bazální variantou, jelikož relativní ukazatel nabyl hodnoty 0,1384, která je blíže k hodnotě 0,00. Pokud by zdravotnické zařízení vybíralo přístroj pouze z hlediska technických parametrů přístroje, byl by upřednostněn za základě multikriteriální rozhodovací analýzy přístroj Cryogen 3. Přístroj Cryo-T Elephant má nižší hmotnost, vyšší průměrné využití na jednu láhev s tekutým médiem a dvě varianty zásobníku oproti přístroji Cryogen 3. Přístroj Cryogen 3 má nižší teplotu páry oproti Cryo-T Elephant, jelikož na parametr „teplota páry“ připadla nejvyšší váha hodnocení, tak tento rozdíl zásadně ovlivnil multikriteriální hodnocení variant metodou TOPSIS. Můžeme říci, že přístroj Cryogen 3 je ideální variantou z hlediska technických parametrů.

Výsledky multikriteriální rozhodovací analýzy u přístrojů Cryogen 3 a Cryo-T Elephant nelze porovnat s žádnou odbornou studií. V současné době nebyla doposud publikována žádná studie, která by se zabývala porovnání těchto přístrojů z hlediska technických parametrů. Z tohoto důvodu je diplomová práce přínosná, jelikož zde byly porovnány technické parametry obou přístrojů.

Na základě výsledků diplomové práce, které byly porovnány a diskutovány s výsledky literární rešerše [19-27] můžeme potvrdit, že lokální kryoterapie u pacientů s entezopatií je moderní léčebná metoda s pozitivním klinickým efektem. Na základě analýzy nákladové efektivity v rámci diplomové práce můžeme tvrdit, že hodnocená intervence Cryogen 3 je nákladově efektivní oproti komparátoru Cryo-T Elephant z perspektivy zdravotnického zařízení. Na základě analýzy nákladové efektivity z perspektivy pacienta jsme nemohli jednoznačně rozhodnout o nákladové efektivitě, jelikož rozhodnutí je závislé na prahové hodnotě λ , která vyjadřuje hranici ochoty platit. V tomto případě konečné rozhodnutí o nákladové efektivitě stojí na pacientovi, jestli je ochoten platit vyšší náklady za léčbu za cenu vyššího výsledného efektu léčby. Výsledky nákladové efektivity nemohly být porovnány s žádnou odbornou studií, jelikož v současné době nebyla doposud publikována žádná studie, která by se zabývala současně náklady a klinickým efektem intervence. Na základě multikriteriální rozhodovací analýzy u přístroje Cryogen 3 a Cryo-T Elephant z hlediska technických parametrů můžeme potvrdit, že přístroj Cryogen 3 je ideální variantou z hlediska technických parametrů. Výsledky nákladové efektivity a multikriteriální rozhodovací analýzy nelze porovnat s žádnou odbornou studií, jelikož v současné době nebyla doposud publikována žádná studie.

Diplomovou práci lze označit za přínosnou, jelikož téma diplomové práce je velmi zajímavé a dosud nebyla vypracována práce zabývající se lokální kryoterapií z hlediska ekonomicko-klinického hodnocení. V současné době existují publikace, které se zabývají

kryoterapií pouze z hlediska výsledného klinického efektu léčby. Vzhledem k tomu, že peněžní zdroje zdravotních pojišťoven, zdravotnických zařízení nebo pacientů jsou vyčerpateľné, je potřeba se zaměřit nejen na klinickou účinnost léčby, ale také na nákladovou efektivitu léčby. Další přínos diplomové práce spočívá ve výsledcích multikriteriální rozhodovací analýzy technických parametrů obou přístrojů. V současné době existuje publikace, která porovnává pouze efektivitu přístroje Cryogen 3 a Cryo-T Elephant, ale žádná publikace se nezaměřila na porovnání technických parametrů. Za omezení této diplomové práce může být považován soubor pacientů, který činil 53 subjektů. Bylo by nesmírně zajímavé získat pro diplomovou práci třetí soubor pacientů z dalšího pracoviště, kde by aplikace lokální kryoterapie probíhala rozdílným přístrojem než Cryogen 3 a Cryo-T Elephant. Bohužel tato zajímavá myšlenka nešla splnit, jelikož nebylo nalezeno další pracoviště, které by mělo zájem podílet se na experimentální části diplomové práce.

Z praktického hlediska využití výsledků diplomové práce lze předpokládat v oboru rehabilitační a fyzikální medicína nebo v oboru fyzioterapie, kde mohou sloužit jako teoretický podklad v případě zavedení lokální kryoterapie do svých pracovišť. Dále může diplomová sloužit jako teoretický podklad pro další experimentální studie, které by bylo vhodné provést v širším rozsahu. Nabízelo by se provést rozsáhlejší odbornou studii na téma ekonomicko-klinické hodnocení kryoterapie u pacientů s dysfunkcí pohybového aparátu, případně provést studii na téma ekonomicko-klinického hodnocení celotělové kryoterapie oproti lokální kryoterapii. V experimentální studii by bylo určitě přínosné, kdyby bylo zahrnuto větší množství diagnóz než pouze pacienti s entezopatií, jelikož by mohl být plně využit potenciál kryoterapie z důvodů široké indikační škály.

7 Závěr

Hlavním cílem diplomové práce bylo provést ekonomicko-klinické hodnocení kryoterapie u pacientů se entezopatií. Kapitoly diplomové práce byly rozvrženy tak, aby byly naplněny veškeré cíle diplomové práce.

Začátek diplomové práce byl věnován analýze současného stavu problematiky. V této části práce bylo popsáno onemocnění – entezopatie, které je velmi rozšířené a možnosti její léčby pomocí kryoterapie. Na základě literární rešerše vybraných klinických studií, které se zabývaly fyzikální terapií – kryoterapií u pacientů s entezopatií, můžeme říct, že lokální kryoterapie vede ke snížení intenzity bolesti, zlepšení motorické funkce a snížení příjmu analgetik. Lokální kryoterapie je typ fyzikální léčby, který je velmi dobře tolerován pacienty a lze ji tedy zařadit mezi efektivní druh léčby pacientů s entezopatií.

Následující část diplomové práce byla věnována hlavním a dílčím cílům diplomové práce a metodám, které byly aplikovány v praktické části diplomové práce.

V praktické části diplomové práce probíhalo ekonomicko-klinické hodnocení kryoterapie u pacientů s entezopatií, kterým byla aplikována lokální kryoterapie přístrojem Cryogen 3 a Cryo-T Elephant. Klinická data ze dvou pracovišť byla statisticky vyhodnocena. Na základě statisticky vyhodnocených klinických dat byl prokázán klinický efekt léčby u pacientů s entezopatií a můžeme tedy lokální kryoterapii označit za efektivní způsob léčby. Následně byla provedena analýza nákladové efektivity, která byla ověřena jednocestnou analýzou sensitivity. Na základě analýzy nákladové efektivity z perspektivy zdravotnického zařízení můžeme považovat hodnocenou intervenci Cryogen 3 za nákladově efektivní. Můžeme říci, že přístroj Cryogen 3 je nákladově efektivní z perspektivy zdravotnického zařízení, jelikož jeho celkové provozní náklady jsou nižší a celkový efekt léčby u pacientů s entezopatií je vyšší oproti Cryo-T Elephant. Na základě výsledků nákladové efektivity z perspektivy pacienta nemůžeme u hodnocené intervence Cryogen 3 jednoznačně rozhodnout o nákladové efektivitě. Rozhodnutí je závislé na prahové hodnotě λ , která vyjadřuje hranici ochoty platit. V tomto případě konečné rozhodnutí o nákladové efektivitě stojí na pacientovi, zdali je ochoten platit vyšší náklady za léčbu za cenu vyššího výsledného efektu léčby. Závěr praktické části diplomové práce byl věnován multikriteriální rozhodovací analýze technických parametrů u přístroje Cryogen 3 a Cryo-T Elephant. Na základě vypočteného relativního ukazatele metodou TOPSIS můžeme tvrdit, že varianta Cryogen 3 je ideální variantou a varianta Cryo-T Elephant je bazální variantou. Pokud by zdravotnické zařízení kupovalo přístroj pouze na základě technických parametrů přístrojů, byl by upřednostněn přístroj Cryogen 3 oproti Cryo-T Elephant na základě výsledků multikriteriální rozhodovací analýzy.

Seznam použité literatury

- [1] SCHNEIDEROVÁ, Michaela. *Perioperační péče*. Praha: Grada, 2014. Sestra (Grada). ISBN 978-80-247-4414-8.
- [2] NAVRÁTIL, Leoš. *Nové pohledy na neinvazivní laser*. Praha: Grada Publishing, 2015. ISBN 978-80-247-1651-0.
- [3] KOLÁŘ, Pavel. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, c2009. ISBN 978-80-7262-657-1.
- [4] DUNGL, Pavel. *Ortopedie*. 2, přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-4357-8.
- [5] RICHTER, Milan a Otakar KELLER. *Nemoci šlach a šlachových pochev nebo úponu svalů z dlouhodobého nadměrného jednostranného přetěžování. Neurologie pro praxi* [online]. 2014, (15 (5)), 244-248 [cit. 20.01.2021] Dostupné z: <https://www.neurologiepropraxi.cz/pdfs/neu/2014/05/05.pdf>
- [6] KOUDELA, Karel. *Tenisový loket: příspěvek k etiopatogenezi, diferenční diagnostice a operační léčbě*. Plzeň: Klinika ortopedie a traumatologie pohybového ústrojí FN a LFUK, 2002. ISBN 80-7211-147-7.
- [7] MKN-10: *Mezinárodní statistická klasifikace nemocí a přidružených zdravotních problémů: desátá revize: obsahová aktualizace k 1.1.2018*. Praha: Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR, 2018. ISBN 978-80-7472-168-7.
- [8] ZEMAN, Marek. *Základy fyzikální terapie*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zdravotně sociální fakulta, 2013. ISBN 978-80-7394-403-2
- [9] Správně si sednout | Blog Uni-W. *Blog Uni-W | Studijní tipy, osobní rozvoj a informace o iniciativě Uni-W* [online]. Copyright © 2021 [cit. 30.01.2021]. Dostupné z: <http://blog.uni-w.cz/2018/09/spravne-si-sednout/>
- [10] PODĚBRADSKÝ, Jiří a Radana PODĚBRADSKÁ. *Fyzikální terapie: manuál a algoritmy*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-2899-5.
- [11] Kryoterapie, Kryosauna - léčba chladem. *Lékaři-online.cz - Informace půl zdraví* [online]. Copyright © 2006 [cit. 30.01.2021]. Dostupné z: <https://www.lekari-online.cz/rehabilitace/zakroky/kryoterapie-kryosauna-lecba-chladem>
- [12] FORÝTKOVÁ, Lenka a Ivo HRAZDIRA. *Kryoterapie biofyzikální princip a základní aplikace, Příručka ke stáži v rámci projektu OP VaK: Prohloubení odborné spolupráce a propojení ústavů lékařské biofyziky na lékařských fakultách v České republice* [online]. Brno 2012, [cit. 30.01.2021] Dostupné z:

<https://www.kryokomory.cz/images/pdf/nove-pristroje-pro-lokalni-kryoterapii-10-11-2016.pdf>

- [13] Lokální kryoterapie: Rehabilitační centrum Šenov - Ostrava, Havířov, Frýdek-Místek. *Rehabilitační centrum Šenov, MUDr. K. Šochová, Ostrava, Havířov, Frýdek-Místek* [online]. Copyright © 2021 [cit. 30.01.2021]. Dostupné z: <https://www.rehabilitace-senov.cz/sluzby/lokalni-kryoterapie.html>
- [14] Cryogen 3 | Cryolab. *Cryolab* [online]. Copyright © 2017 Cryolab, a.s. [cit. 30.01.2021]. Dostupné z: <https://www.cryolab.cz/produkty/cryogen-3/>
- [15] Kryokomory.cz, *Kryokomory&kryosauny* [online]. Copyright © 2016 [cit. 30.01.2021]. Dostupné z: <https://www.kryokomory.cz/images/pdf/nove-pristroje-pro-lokalni-kryoterapii-10-11-2016.pdf>
- [16] KAZNOWSKÁ Martina, *Indikace a kontraindikace, Kryokomora - celotělová kryoterapie v kryokomoře* [online]. Copyright © 2009 MUDr. Martina Kaznowská [cit. 30.01.2021]. Dostupné z: <http://www.kryokomora.cz/indikace-a-kontraindikace.html>
- [17] NAVRÁTIL, Leoš, ed. *Fyzikální léčebné metody pro praxi*. Praha: Grada Publishing, 2019. ISBN 978-80-271-0478-9.
- [18] CRYOMED s.r.o.. *Cryosaunas * Start a Cryotherapy Business! Whole Body Cryo Therapy Chambers From Manufacturer* [online]. Copyright © 2010 [cit. 30.01.2021]. Dostupné z: <https://cryomedpro.com/cs/cryomed-pro/>
- [19] CONSTATNTINO Cosino, POGLIACOMI Francesco, VAIENTI Enrico, *Cryoultrasound therapy and tendonitis in athletes: a comparative evaluation versus laser CO2 and t.e.ca.r.therapy* [online]. Copyright © [cit. 31.01.2021]. Dostupné z: <http://file:///C:/Users/veruh/Downloads/cryoultrasound ACTA BIO MED 2005 .pdf>
- [20] MURALIDHARAN A, *Comparative study to Assess the Effectiveness of Myofascial Trigger Point Manual Pressure Release with Cryotherapy Versus Ultrasound with Stretching for Acute Achilles Tendinitis to the Soccer Players - EPrints@Tamil Nadu Dr MGR Medical University. Welcome to EPrints@Tamil Nadu Dr MGR Medical University - EPrints@Tamil Nadu Dr MGR Medical University* [online]. [cit. 30.01.2021]. Dostupné z: <http://repository-tnmgrmu.ac.in/11545/>
- [21] MALGORZATA Kowza-Dzwonkowska, *Local cryotherapy in tennis elbow (lateral epicondylitis)* (PDF). *ResearchGate | Find and share research* [online]. Copyright © [cit. 31.01.2021]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/289779382_Local_cryotherapy_in_tennis_elbow_lateral_epicondylitis

- [22] HEENABEN R. RATWA a YAGNA Shukla: *Effect of Cryotherapy versus Ultrasound Therapy in Lateral Epicondylitis: A Comparative Study*, *International Journal of Science and Healthcare Research* [online]. Copyright © [cit. 31.01.2021]. Dostupné z: https://ijshr.com/IJSHR_Vol.5_Issue.1_Jan2020/IJSHR0043.pdf
- [23] LISI C, CONSTANTINO a AMMENDOLIOA, *Tendon injuries in sports: experiences with cryoultrasound*, *ResearchGate | Find and share research* [online]. Copyright ©B [cit. 31.01.2021]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Antonio_Ammendolia/publication/272684653_Tendon_injuries_in_sports_experiences_with_cryoultrasound_Lisi_C/links/54ec39980cf2a03051959a9b/Tendon-injuries-in-sports-experiences-with-cryoultrasound-Lisi-C.pdf
- [24] VULPIANI Maria Chiara, NUSCA Sveva Maria, VETRANO Mario, OVIDI Serena, BALDINI Rossela, PIERMATTEI Cristina, FERRETTI Andrea a SARACENI Vincenzo Maria. *Extracorporeal shock wave therapy vs cryoultrasound therapy in the treatment of chronic lateral epicondylitis. One year follow up study*. *National Center for Biotechnology Information* [online]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4617216/>
- [25] C. LONGO, A.M. COLAO, C.E. FATA, L. FRATTO, S. VILLELLA, M. IOCCO, *Effectiveness of Cryoultrasound therapy in the treatment of tendon pathologies*, *ResearchGate* [online]. Copyright © [cit. 01.02.2021]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Maurizio_Iocco/publication/266332372_Effectiveness_of_Cryoultrasound_therapy_in_the_treatment_of_tendon_pathologies/links/54ce15390cf24601c08ee170/Effectiveness-of-Cryoultrasound-therapy-in-the-treatment-of-tendon-pathologies.pdf
- [26] VÁŠKOVÁ, Mariana. *Efektivita využití chladu při léčbě dysfunkcí pohybového aparátu*. 2013. Diplomová práce. Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu, Fyzioterapie. Vedoucí práce Malá, Jitka. [cit. 1.02.2021]. Dostupné z: <https://dspace.cuni.cz/handle/20.500.11956/60763>
- [27] HUŇÁČEK Ondřej, *Hodnocení efektivity kryoterapie u akutních bolestivých stavů*, Kladno: FBMI ČVUT, 2020. [cit. 1.02.2021]. Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/91863/FBMI-BP-2020-Hunacek-Ondrej-prace.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>
- [28] ŠVIHOVEC, Jan, Jan BULTAS, Pavel ANZENBACHER, Jaroslav CHLÁDEK, Jan PŘÍBORSKÝ, Jiří SLÍVA a Martin VOTAVA, ed. *Farmakologie*. Ilustroval Miroslav BARTÁK. Praha: Grada Publishing, 2018. ISBN 978-80-247-5558-8.

- [29] PAVELKA, Karel. *Biologická léčba zánětlivých autoimunitních onemocnění v revmatologii, gastroenterologii a dermatologii*. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-5048-4.
- [30] ROGALEWICZ, Vladimír a Ivana JUŘIČKOVÁ: *Hodnocení zdravotnických technologií*. Kladno: FBMI ČVUT, 2014. [cit. 3.02.2021]. Dostupné z: https://predmety.fbmi.cvut.cz/sites/default/files/predmet/3333/metodicka_prirucka/17PMSHZTA_20150303_175752_d7af260df833588def35436f75f9371c.pdf
- [31] GOODMAN, Clifford S. HTA101. *Introduction to Health Technology Assessment*. The Lewin Group, Virginia, 2014, [cit. 02.02.2021]. Dostupné z: https://www.nlm.nih.gov/nichsr/hta101/HTA_101_FINAL_7-23-14.pdf
- [32] KRISTENSEN, F. B. a SIGMUND, H. *Health Technology Assessment Handbook*. Copenhagen: National Board of Health, Denmark, 2008, 189 s., ISBN 978-87-7676-649-8. Dostupné z: <http://sundhedsstyrelsen.dk/~media/ECAAC5AA1D6943BEAC96907E03023E22.ashx>
- [33] POPEŠKO, Boris. *Moderní metody řízení nákladů: jak dosáhnout efektivního vynakládání nákladů a jejich snížení*. Praha: Grada, 2009. Prosperita firmy. ISBN 978-80-247-2974-9.
- [34] GANIATS, Theodore G., NEUMANN, Peter J., Gillian D. SANDERS, Louise B. RUSSELL a Joanna E. SIEGEL. ed. *Cost-effectiveness in Health and Medicine*. Second Edition. New York: OXFORD UNIVERSITY PRESS, 2017. ISBN 978-0-19-049293-9.
- [35] PRACOVNÍ SKUPINA PRO TVORBU DOPORUČENÝCH POSTUPŮ ČFES, . Doporučené postupy České farmakoekonomické společnosti (ČFES) pro zdravotně-ekonomická hodnocení v ČR [online]. Praha, 2016 [cit. 2021-03-20]. Dostupné z: https://farmakoekonomika.cz/wp-content/uploads/2016/10/Doporu%C4%8Den%C3%A9-postupy_final.pdf
- [36] Brent, R. J.: *Cost-benefit analysis and health care evaluation*. Edward Elgar Publishing, 2003. ISBN 1-84064-844-9
- [37] SP-CAU-027. Postup pro hodnocení dopadu do rozpočtu. Praha: Státní ústav pro kontrolu léčiv, 2012. Dostupné z: <http://www.sukl.cz/leciva/sp-cau-027?highlightWords=SP-CAU-027.SP-CAU-028>. Postup pro hodnocení nákladové efektivity. Praha: SÚKL, 2013. Dostupné z: <http://www.sukl.cz/leciva/sp-cau-028>.
- [38] BORGONOVO, Emanuele. *Sensitivity Analysis: An Introduction for the Management Scientist*. Springer International Publishing, 2017. ISBN 978-3-319-52257-9.

- [39] EDLIN, Richard, Christopher MCCABE, Claire HULME, Peter HALL a Judy WRIGHT. *Cost Effectiveness Modelling for Health Technology Assessment: A Practical Course*. ADIS, 2015. ISBN 978-3-319-15743-6.
- [40] KORVINY, Petr. Teoretické základy vícekriteriálního rozhodování [online]. b.r., , 31 [cit. 2021-03-20]. Dostupné z: https://korviny.cz/Korviny/soubory/teorie_mca.pdf
- [41] ŽIŽKA, Miroslav. Vícekriteriální rozhodování. Multiedu [online]. b.r., , 14 [cit. 2021-03-20]. Dostupné z: http://multiedu.tul.cz/~miroslav.zizka/multiedu/Vicekriterialni_rozhodovani.pdf
- [42] BROŽOVÁ, Helena, Milan HOUŠKA a Tomáš ŠUBRT. *Modely pro vícekriteriální rozhodování*. Praha: Credit, 2003. ISBN 978-80-213-1019-3.
- [43] FOTR, Jiří a Lenka ŠVECOVÁ. *Manažerské rozhodování: postupy, metody a nástroje*. 2., přeprac. vyd. Praha: Ekopress, 2010. ISBN 978-80-86929590.
- [44] BELTON, V. a Theodor J. STEWART. *Multiple criteria decision analysis: an integrated approach*. Boston: Kluwer, 2002. ISBN 079237505X.
- [45] SAN CRISTÓBAL MATEO, José Ramón. *Multi Criteria Analysis in the Renewable Energy Industry*. Springer Science & Business Media, 2012. ISBN 978-1-4471-2346-0.
- [46] HAKL Marek, HŘIB Radovan. *FARMAKOTERAPIE LÉČBY ARMAKOTERAPIE LÉČBY ONKOLOGICKÉ BOLESTI NKOLOGICKÉ BOLESTI* [online]. [cit.2021-03-20]. Dostupné z: <http://www.solen.cz/pdfs/int/2007/06/12.pdf>

Příloha A: Saatyho matice

Expert 1

| Parametry | 1 | 2 | 3 | 4 | Geometrický průměr | Normovaná váha kritéria |
|-----------|---|-----|-----|-----|--------------------|-------------------------|
| 1 | 1 | 1/9 | 1/5 | 1/3 | 0,2934 | 0,05 |
| 2 | 9 | 1 | 1/5 | 1/7 | 0,7121 | 0,12 |
| 3 | 5 | 5 | 1 | 7 | 3,6371 | 0,61 |
| 4 | 3 | 7 | 1/7 | 1 | 1,3161 | 0,22 |
| Součet | | | | | 5,9587 | 1,00 |

Expert 2

| Parametry | 1 | 2 | 3 | 4 | Geometrický průměr | Normovaná váha kritéria |
|-----------|---|-----|-----|-----|--------------------|-------------------------|
| 1 | 1 | 1/9 | 1/5 | 1/3 | 0,2934 | 0,04 |
| 2 | 9 | 1 | 5 | 7 | 4,2129 | 0,64 |
| 3 | 5 | 1/5 | 1 | 7 | 1,6266 | 0,25 |
| 4 | 3 | 1/7 | 1/7 | 1 | 0,4974 | 0,08 |
| Součet | | | | | 6,6302 | 1,00 |

Expert 3

| Parametry | 1 | 2 | 3 | 4 | Geometrický průměr | Normovaná váha kritéria |
|-----------|---|-----|-----|-----|--------------------|-------------------------|
| 1 | 1 | 1/7 | 1/5 | 1/3 | 0,3124 | 0,06 |
| 2 | 7 | 1 | 1/5 | 5 | 1,6266 | 0,29 |
| 3 | 5 | 5 | 1 | 3 | 2,9428 | 0,53 |
| 4 | 3 | 1/5 | 1/3 | 1 | 0,6687 | 0,12 |
| Součet | | | | | 5,5505 | 1,00 |

Expert 4

| Parametry | 1 | 2 | 3 | 4 | Geometrický průměr | Normovaná váha kritéria |
|-----------|---|-----|-----|-----|--------------------|-------------------------|
| 1 | 1 | 1/7 | 1/5 | 1/3 | 0,3124 | 0,05 |
| 2 | 7 | 1 | 1/3 | 3 | 1,6266 | 0,28 |
| 3 | 5 | 3 | 1 | 7 | 3,2011 | 0,56 |
| 4 | 3 | 1/3 | 1/7 | 1 | 0,6148 | 0,11 |
| Součet | | | | | 5,7548 | 1,00 |

